

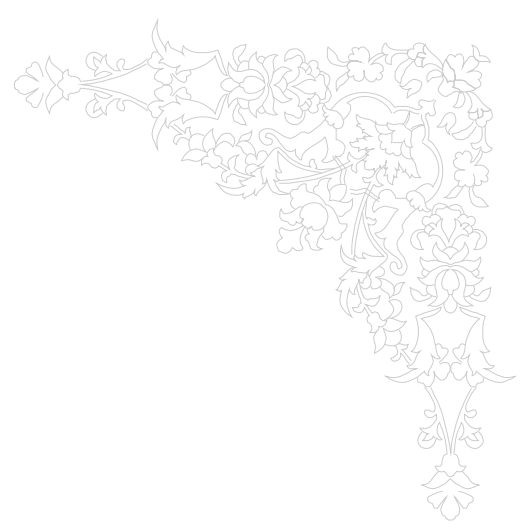
فرترن در یک نگاه

بر اساس نسخه 90

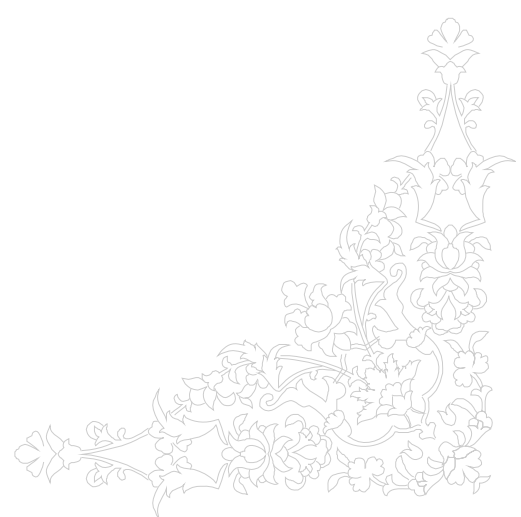
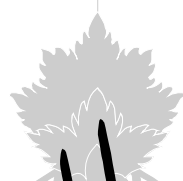
*Fortran 90 Programming Examples
Including Fortran 90 CD*

Omid Alizadeh
CCGroup
1/1/2009



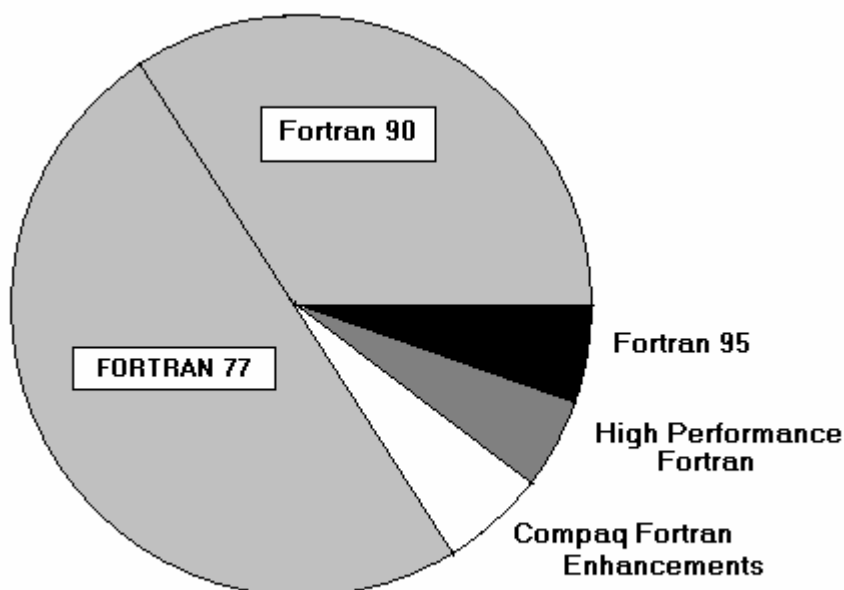


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



فرترن

برنامه فرترن 95 شامل فرترن 90 و فرترن 77 می باشد. فرترن 90 نیز استانداردها و امکانات فرترن 77 را نیز در بر دارد. COMPAQ FORTRAN تمامی امکانات و ویژگی های فرترن 95 و 90 و 77 را شامل می شود و توسط MICROSOFT VISUAL به برنامه های دیگر شرکت MICROSOFT متصل می شود. نمودار زیر درصد بخش های مختلف COMPAQ VISUAL FORTRAN را مشخص می کند.



فصل اول

کلیات

برنامه نوشته شده بوسیله زبان فرترن شامل یک یا چند قسمت برنامه نویسی می باشد که از تعدادی خط دستور تشکیل شده است که شامل دستورات تعریف متغیر Variable Declaration و دستورات اجرایی Execution Statement می باشد. هر برنامه به کلمه END خاتمه می یابد. برنامه می تواند در قسمت های مختلفی نظیر بدنه اصلی، زیربرنامه ها، مدول ها، بلوک اطلاعات نوشته شود هر برنامه دارای یک بدنه اصلی است و سایر قسمت ها می توانند در صورت نیاز به برنامه افزوده شوند. قسمت های مختلف برنامه می توانند به صورت جداگانه کامپایل شوند (کامپایل عمل بررسی دستورات و تبدیل آن به زبان پردازنده است).

دستورات نوشته شده به دو دسته اصلی عبارات قابل اجرا و غیر قابل اجرا تقسیم می شوند. دستورات اجرایی عملی را جهت اجرا مشخص می کنند حال آنکه دستورات غیر اجرایی نحوه اجرای یک پردازش را تعیین می کنند. تصویر زیر موقعیت قسمت های مختلف برنامه را نمایش می دهد:

Comment Lines, INCLUDE Statements, and Directives	OPTIONS Statements		
	PROGRAM, FUNCTION, SUBROUTINE, MODULE, or BLOCK DATA Statements		
	USE Statements		
	NAMELIST, FORMAT, and ENTRY Statements	IMPLICIT NONE Statements	
		PARAMETER Statements	IMPLICIT Statements
		PARAMETER and DATA Statements	Derived-Type Definitions, Interface Blocks, Type Declaration, Statement Function, and Specification Statements
		DATA Statements	Executable Statements
	CONTAINS Statement		
	Internal Subprograms or Module Subprograms		
	END Statement		

در برنامه های فرترن از کاراکتر های زیر می توان استفاده نمود:

- 1- ارقام 0 تا 9
- 2- حروف انگلیسی (بزرگ و کوچک)
- 3- خط فاصله _
- 4- حروفی که در جدول زیر قرار دارند:

Character	Name	Character	Name
blank	Blank (space)	:	Colon
=	Equal sign	!	Exclamation point
+	Plus sign	"	Quotation mark
-	Minus sign	%	Percent sign
*	Asterisk	&	Ampersand
/	Slash	;	Semicolon
(Left parenthesis	<	Less than
)	Right parenthesis	>	Greater than
,	Comma	?	Question mark
.	Period (decimal point)	\$	Dollar sign (currency symbol)
'	Apostrophe		

برنامه های فترن به دو صورت قالب آزاد و ثابت نوشته می شوند. در قالب آزاد می توان متن را در هر قسمت دلخواه نوشت اما در قالب ثابت 5 ستون اول هر خط به برچسب (Label) اختصاص دارد و ستون ششم به علامت پیوستگی (+) اختصاص دارد و برنامه می بایست در بین ستون ها 7 تا 72 نوشته شود. علامت پیوستگی به این معناست که خط جاری در ادامه خط بالایی قرار دارد و زمانی که نتوان در یک خط کل دستور را نوشت در ستون ششم خط بعدی علامت پیوستگی را قرار می دهیم. در برنامه با قالب آزاد به جای علامت + از علامت & استفاده می شود به این ترتیب که در انتهای خط جهت پیوستگی دو خط قرار داده می شود.

تفاوت دیگری که بین این دو قالب وجود دارد این است که در قالب آزاد جهت قرار دادن توضیحات از ! استفاده می شود و در قالب ثابت از C استفاده می شود. خط توضیح خطی است که اجرا نمی شود و تنها جهت درک بهتر برنامه نوشته می شود.

عبارات ریاضی که در برنامه نویسی استفاده می شوند در جدول زیر آمده اند:

عملگر	کارایی
**	توان

*	ضرب
/	تقسیم
+	جمع و یا علامت مثبت
-	تفریق و یا علامت منفی

فرض کنید می خواهیم مقدار عبارت $2+6 \times 2$ را محاسبه کنیم. اگر در ابتدا ضرب را انجام دهیم مقدار کل عبارت فوق 14 خواهد شد و چنانچه عمل جمع در ابتدا انجام شود مقدار آن 16 خواهد بود. حال آنکه در ریاضیات هیچ یک از دو عمل جمع و ضرب نسبت به یکدیگر تقدم ندارند و برای حل این دوگانگی می توان از طراح سوال در مورد تقدم عملگرها اطلاعاتی را کسب نمود. در زبانهای برنامه نویسی نیز به محاسبه عبارتی نظیر عبارت فوق نیازمندیم اما برای حل مشکل، یک تقدم استاندارد برای عملگرها در نظر گرفته شده است. در زبان برنامه نویسی فرتن اولویت عملگرها بصورت زیر است:

()	همواره اولویت با آنچه داخل پرانتز است می باشد.
**	توان
/ یا *	ضرب و تقسیم
+ یا -	جمع و منها
//	چسباندن دو رشته
< یا < یا < یا > یا > یا = یا = یا /=	عبارت مقایسه ای
.NOT.	نقیص گزاره شرطی
.AND.	ترکیب دو گزاره
.OR.	یای منطقی
.EQV.	معادل است با
.NEQV.	معادل نیست با

بدین ترتیب همواره ابتدا عملگری که در جدول بالاتر از دیگر عملگرها قرار دارد اعمال می شود. در مثال های زیر اولویت عملگرها با شماره در زیر عبارت مشخص شده است:

$$4 + 3 * 2 - 6/2 = 7$$

^ ^ ^ ^
2 1 4 3

$$(4 + 3) * 2 - 6/2 = 11$$

^ ^ ^ ^
1 2 4 3

$$(4 + 3 * 2 - 6)/2 = 2$$

^ ^ ^ ^
2 1 3 4

$$((4 + 3) * 2 - 6)/2 = 4$$

^ ^ ^ ^
1 2 3 4

و برای تبدیل عبارات ریاضی به فرترن نیز باید این اولویت ها را رعایت نمود به عنوان مثال برای محاسبه $\frac{5}{3+4}$ در فرترن باید نوشت $5/(3+4)$.

در مورد عبارات منطقی نیز باید به ترتیب اولویت عبارات را بر اساس جدول زیر ساده کرد تا به یک نتیجه صحیح یا غلط رسید. (ستون NOT بر روی گزاره دوم اعمال می شود و بقیه ستون ها بر روی هر دو ستون اعمال می شوند)

گزاره اول	گزاره دوم	.NOT.	.AND.	.OR.	.EQV.	.NEQV.
T	T	F	T	T	T	F
T	F	T	F	T	F	T
F	T	F	F	T	F	T
F	F	T	F	F	T	F

عملگر // که در جدول اولویت ها آمده است موجب می شود که دو عبارت رشته ای به یکدیگر بچسبند و یک عبارت رشته ای بزرگتر را ایجاد می کنند به عنوان مثال خروجی سه عبارت زیر همان 'ABCDEF' است.

```
('ABC'// 'DE')// 'F'
'ABC'// ('DE'// 'F')
'ABC'// 'DE'// 'F'
```

در جدول زیر عملگرهای دیگری که در زبان برنامه نویسی فرترن وجود دارند نوشته شده اند:

کاربرد عملگر

کوچکتر است از < .LT. or

کوچکتر یا مساوی است با $.LE. or \leq$

مساوی است با $.EQ. or ==$

مساوی نیست با $.NE. or \neq$

بزرگتر است از $.GT. or >$

بزرگتر یا مساوی است با $.GE. or \geq$

این عملگرها به عملگرهای مقایسه ای معروفند و باعث تولید $.TRUE.$ و یا $.FALSE.$ می شوند و می توانند در بین داده های رشته ای و عددی و منطقی اعمال شوند.

مطلب دیگری که می توان در این فصل به آن اشاره کرد نتیجه عملگرهاست. به عبارت دیگری می توان پیش از انجام عملیات توسط رایانه مشخص کرد که نتیجه عمل از چه نوعی خواهد بود. به عنوان مثال عمل $2+2$ عبارت 4 را نتیجه می دهد یا 4.

در توضیح می توان گفت که چنانچه عملگر بین دو نوع یکسان انجام شود خروجی نیز از همان نوع است یعنی در مثال بالا چون هر دو عدد از نوع صحیح هستند خروجی نیز از نوع صحیح خواهد بود. تنها نکته ای که در این میان است آنکه حاصل $1/2$ عدد 0 می باشد زیرا هر دو عدد 1 و 2 از نوع صحیح می باشند و خروجی که باید مقدار 0.5 باشد از نوع حقیقی است و پس از حذف قسمت اعشاری به صفر تبدیل می شود.

اگر عملگر بین دو نوع متفاوت باشد نتیجه نوع وسیع تر است. نوع عددی صحیحی زیر مجموعه اعداد حقیقی و اعداد حقیقی زیر مجموعه اعداد مختلط است. اگر مثال بند قبلی را به شکل $1./2$ مطرح کنیم جواب 0.5 خواهد بود.

فصل دوم

متغیرها

در تمام زبانهای برنامه نویسی به ذخیره موقت اطلاعات نیاز داریم تا در زمان نیاز از آنها بهره مند شویم . این امکان توسط ذخیره اطلاعات در یک شی برنامه نویسی به نام متغیر فراهم شده است . متغیر محلی از حافظه است که دارای اسم و مشخصات خاص خود است و برای دسترسی به این متغیرها لازم است که یک سری ویژگی برای آنها تعریف شود . که اولین آن همان نام متغیر است . در انتخاب نام متغیر نکاتی وجود دارد که باید به آنها توجه کرد .

1- نام متغیر نباید با عدد شروع شود .

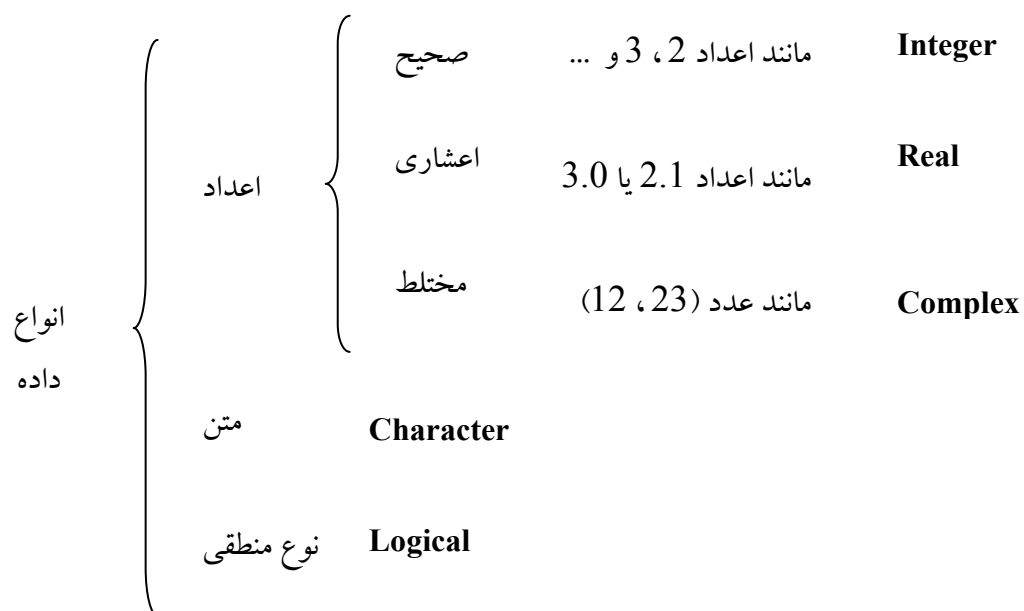
2- نام متغیر نباید نام توابع آماده فرترن باشد .

3- در انتخاب نام تنها باید از کاراکترهای مجاز استفاده شود .

کاراکترهای مجاز حروف لاتین از a تا z ، A تا Z ، 0 تا 9 و _ (که underscore خوانده می شود) می باشند . البته باید توجه کرد که متغیرهایی با نام 7up (بدلیل نقض مورد 1) و Sin (به دلیل نقض مورد 3) مجاز نمی باشند اگرچه از کاراکترهای مجاز در نام آنها استفاده شده است . حال اسامی با نام Sinx و Flor و A-B را بررسی می کنیم . نام Sinx نه تنها با عدد شروع نمی شود بلکه از کاراکترهای مجاز تشکیل شده است . حال برای بررسی شرط دوم به این نکته توجه کنید که در تابع Sin(x) قسمت اول یعنی Sin نام تابع است و متغیر Sinx نام هیچ تابعی نمی باشد پس می تواند یک نام مجاز برای متغیر به حساب بیاید .

Flor با عدد شروع نمی شود و در نام آن از کاراکترهای مجاز استفاده شده است همچنین نام متغیر نیز نمیباشد (تابع جزء صحیح Floor می باشد) بنابراین میتوان از آن برای نامگذاری یک متغیر استفاده کرد . اما A-B از کاراکتر غیر مجاز - (dash) تشکیل شده است پس نمی تواند یک متغیر باشد . در انتخاب نام متغیر سعی کنید از اسامی تک حرفی استفاده نکنید زیرا تعداد این متغیرها به دلیل محدود بودن تعداد حروف زبان انگلیسی محدود می باشد . به عبارت دیگر در این صورت تنها می توانید متغیرهای a تا z را تعریف کنید و از آنجا که فرترن به بزرگی و کوچکی حروف حساس نیست تنها می توانید از 26 متغیر استفاده کنید . همچنین سعی کنید نام متغیرها را متناسب با اطلاعات داخل آن انتخاب کنید . به عنوان مثال اگر متغیری را برای ذخیره نام دانشجو تعریف می کنید بهتر است از متغیرهایی با نام StudentName و Name استفاده کنید . در تعریف نام متغیر حروف کوچک و بزرگ تفاوتی ندارند بنابراین متغیرهای NAME و name یکی می باشند . می توان متغیر StudentName را برای خوانایی بیشتر به صورت Student_Name و یا StudentName تعریف کرد .

پس از انتخاب نام متغیر لازم است تعیین کنیم که چه نوع داده ای باید در متغیر ذخیره شود . تمام انواع داده هایی که می توانند در متغیرها ذخیره شوند در زیر آمده است :



با توجه به تقسیم بندی فوق عدد صحیح Integer فاقد هرگونه نشانه ای است و تنها از ارقام 0 تا 9 تشکیل می شود . حال آنکه عدد حقیقی Real دارای ممیز (.) می باشد اعدادی نظیر 0.2 و 2. و 2. اعشاری می باشند . عدد مختلط Complex نیز در داخل پرانتز نگاشته می شود که عدد اول قسمت حقیقی و عدد دوم قسمت موهومی عدد است . این دو قسمت خود از نوع داده اعشاری می باشند .
برای امتحان این مطلب برنامه زیر را می نویسیم :

```
Complex CN
CN=(1,2)
Print *,CN
End
```

در این برنامه متغیر CN از نوع مختلط تعریف شده است و هر دو قسمت حقیقی و موهومی آن به صورت صحیح نوشته شده اند اما خروجی عدد (1.00000,2.00000) می باشد که این نشان می دهد بطور پیش فرض قسمتهای حقیقی و موهومی عدد مختلط Real می باشند به عبارت دیگر تمام انواع داده های عددی در این دو قسمت به نوع داده عددی صحیح تبدیل می شوند .

نوع داده ای Real قابلیت ذخیره تمامی ارقام اعشار را ندارد وبسته به سیستم عامل آنرا تا دقت مشخصی گرد می کند . برای رفع این اشکال از نوع متغیری Double Precision استفاده می کنیم . این نوع عددی که نوع خاصی از اعشاری می باشد به کاربر این امکان را می دهد تا دقت اعداد خود

را بالاتر ببرد و تعداد رقم اعشار بیشتری ذخیره گردد. در مثال زیر مقداردهی اولیه دو متغیر A و B یکسان است اما مقداری که در آنها ذخیره می گردد متفاوت است

```
REAL A
DOUBLE PRECISION B
A=4*ATAN(1.)
B=4*ATAN(1.)
PRINT *,A,B
END
```

بعد از اجرا کردن برنامه فوق مقدار زیر چاپ خواهد شد :

3.141593 3.14159274101257

دقت انواع داده ای رابطه مستقیمی با تعداد بایت های اختصاص یافته جهت ذخیره دارد به عبارت دیگر با تغییر تعداد بایت های تخصیص یافته می توان دقت اعداد را تغییر داد. برای این منظور تعداد بایت ها را با نوشتن نوع داده ضربدر تعداد بایت ها مشخص می کنیم. در زبان های برنامه نویسی BASIC نوع داده ای بایت وجود دارد که این نوع داده را می توان با نوشتن عبارت زیر ایجاد کرد :

```
INTEGER*1 A
```

در این مثال متغیر A تنها در یک بایت ذخیره می گردد و از آنجا که هر بایت از 8 بیت تشکیل شده است لذا تنها مقادیر -128 تا 127 را در خود نگه می دارد و بقیه اعداد را با بردن به این محدوده در خود ذخیره می کند. داده های صحیح می توانند در 1 یا 2 یا 4 یا 8 بایت ذخیره گردند و داده های اعشاری در 4 یا 8 بایت ذخیره می گردند که 8*REAL همان نوع داده ای DOUBLE PRECISION است و به طور پیش فرض تعداد بایت های نوع داده ای اعشاری و صحیح 4 بایت می باشد. می توان تعداد بایت ها را در داخل پرانتز نیز قرار داد به این ترتیب نوع بایت به این صورت نوشته می شود :

```
INTEGER(1) A
```

بر روی این نوع داده ها (Integer, Real, Complex) محاسبات ریاضی را می توان انجام داد. در زبان برنامه نویسی فرتن این امکان فراهم شده است تا بتوان اعداد را در مبناهای مختلف نوشت. مبنای دو را بوسیله قرار دادن حرف B قبل از عددی که داخل علامت نقل قول قرار دارد می توان مشخص کرد. مثال های زیر اعداد در مبنای 2 را نشان می دهند این اعداد به باینری مشهورند.

```
B"1"
B'10001'
B'111001'
```

عدد '0112' B بدلیل استفاده از رقم 2 عدد باینری نمی باشد. اعداد در مبنای 8 را توسط حرف O و اعداد در مبنای 16 را با حرف Z نمایش می دهیم.

جدول زیر مقدار اعداد در مبناهای مختلف را نمایش می دهد :

مبنای 16	مبنای 2	مبنای 8	مبنای 10
0	0000	00	0
1	0001	01	1
2	0010	02	2
3	0011	03	3
4	0100	04	4
5	0101	05	5
6	0110	06	6
7	0111	07	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
A	1010	12	10
B	1011	13	11
C	1100	14	12
D	1101	15	13
E	1110	16	14
F	1111	17	15

نوع رشته ای که همان متن یا text می باشد دارای نشانه های “ یا ‘ است . اگر متن حاوی یکی از علائم گفته شده باشد برای مشخص کردن نوع رشته ای از علامت دوم استفاده می شود به عنوان مثال چنانچه بخواهیم عبارت ”Hello” :” Ali را در یک متغیر رشته ای قرار دهیم باید از علامت ‘ استفاده کنیم زیرا علامت “ در خود متن استفاده شده است . پس نتیجه عمل ”Hello” :” Ali خواهد بود . بر روی این نوع داده کارهایی از قبیل حذف قسمتی از متن ، برش قسمتی از متن ، کاراکتریزه کردن و ... را می توان انجام داد . اما اعمال ریاضی از قبیل سینوس و کسینوس ، ضرب و ... را نمی توان انجام داد .

نوع منطقی Logical نتیجه صحیح یا غلط بودن یک سری پردازش را در خود نگه می دارد که تنها شامل دو مقدار True. یا False. می باشد. این نوع متغیر معادل گزاره های منطقی ریاضی می باشد. به عنوان مثال به شخص گفته می شود که جزوه فرترن در دست اوست، او پس از نگاه کردن به جزوه تشخیص می دهد که آیا این گزاره درست است یا نه و نتیجه این پردازش ها در قالب یک کلمه بله یا نه نمود پیدا میکند که معادل True. یا False. در فرترن می باشد. زبان برنامه نویسی فرترن هم چنین کاری را در قبال عبارت های منطقی انجام میدهد.

نوع متغیری Type متشکل از تمام موارد بالاست که در ادامه مطلب به آن اشاره خواهد شد. پس از تعیین تمام موارد بالا نوبت به نحوه تعریف متغیر ها می رسد. برای این منظور از دستور خلاصه شده زیر استفاده می کنیم:

...، نام متغیر 2، نام متغیر 1 نوع متغیر

به عنوان مثال برای معرفی متغیری به نام text1 از نوع رشته ای از دستور زیر استفاده می شود:

Character text1

همانطور که در دستور نوشته شده است می توان در یک خط تعریف، بیش از یک متغیر را تعریف نمود. در خط دستور زیر سه نوع متغیر از نوع صحیح تعریف شده اند:

INTEGER A, B, C

از آنجا که فرترن جهت انجام محاسبات ریاضی طراحی شده است لذا از انواع داده های یاد شده، بیشتر از اعداد استفاده می شود و در بین اعداد از اعداد اعشاری و صحیح بیشتر از اعداد مختلط استفاده می شود به این دلیل متغیرهایی که بدون تعریف استفاده شوند در صورتی که با حروف I تا N شروع شوند بطور پیش فرض بصورت صحیح تعریف می شوند و چنانچه با غیر از این حروف آغاز شوند بصورت حقیقی تعریف می شوند. این پیش فرض ها را می توان توسط دستور IMPLICIT NONE که در اول برنامه نوشته می شود حذف کرد و حتی می توان پیش فرض های جدیدی را توسط دستور IMPLICIT به برنامه افزود. تعریف کلی این دستور به صورت زیر است:

... و سرنام 2، سرنام 1، نوع متغیر Implicit

این دستور به این معنی است که متغیرهایی که با این حرف شروع می شوند از نوع نوشته شده اند. بنابراین عبارت زیر موجب می شود که متغیرهایی که با حروف C و T شروع می شوند در صورت عدم تعریف از نوع رشته ای در نظر گرفته شوند:

IMPLICIT CHARACTER T, C

پیش فرض کلی فرترن نیز به این صورت قابل نوشتن است:

Implicit integer (I-N)
Implicit Real (A-H) , (O-Z)

استفاده از خط فاصله به این معنی است که حروف I تا N را به متغیرهای صحیح و حروف A تا H و O تا Z را به متغیرهای اعشاری نسبت دهد .

در ریاضیات عباراتی مانند X_1, X_2, \dots, X_n یعنی n متغیر X داریم که برای سهولت کار از اندیس استفاده کردیم از آنجا که فرترن بیشتر جنبه های ریاضیات را دارد می توان متغیر با اندیس تعریف کرد برای تعریف n متغیر با اندیس از دستور زیر استفاده می کنیم :

... (تعداد اندیس) نام متغیر 2, (تعداد اندیس) نام متغیر 1 نوع متغیر

وجود نام متغیر در ابتدای خط موجب می شود عددی که در داخل پرانتز نوشته می شود به عنوان تعداد اندیس باشد . در مثال زیر 100 متغیر اندیس دار X که از نوع صحیح می باشد تعریف شده است :

Integer x(100)

چنانچه نوع متغیر ذکر نشود منظور اندیس مشخصی از آن متغیر است . به عنوان مثال در نمونه زیر، در پنجمین X عدد 23 نوشته می شود :

$$X(5) = 23$$

در ماتریس ها و در فیزیک از اندیس دو بعدی استفاده می شود . در فرترن نیز می توان از اندیس چند بعدی استفاده کرد برای این منظور از دستور زیر استفاده می کنیم

... (... , تعداد بعد 2 , تعداد بعد 1) نام متغیر نوع متغیر

دستور زیر 100 متغیر با اندیس دو بعدی را تعریف می کند (یک ماتریس 25×4)

Real A(25, 4)

در مثال بالا بعد اول دارای 25 اندیس و بعد دوم دارای 4 اندیس می باشد ، چنانچه تعداد اندیس ها مشخص نباشد از : استفاده می کنیم حال دستور بالا را این چنین تغییر می دهیم :

Real A(:, 4)

این بدان معنی است که متغیر A دارای دو بعد که تعداد اندیس اول نامشخص و تعداد اندیس دوم 4 است که از شماره 1 شروع و به شماره 4 ختم می شود . چنانچه بخواهیم کران پایین و بالای متغیرها را تغییر دهیم از دستور زیر استفاده می کنیم :

... (... , کران بالای بعد 1 : کران پایین بعد 1) نام متغیر نوع متغیر

مثال بالا را دوباره تغییر می دهیم :

Real A(:, -1:2)

اینک بعد دوم این دستور دارای 4 اندیس است اما شروع اندیس ها از عدد 1- است .
 برای مقدار دهی ابعادی که تعداد نامشخص دارند (متغیرهایی که در تعریف آنها از : استفاده شده است
) از تابع Allocate استفاده می کنیم . در مثال زیر ابتدا یک متغیر سه بعدی تعریف و سپس تعداد
 اندیس ها را مشخص کرده ایم :

```
Real Allocatable :: A(:, :, 3)
Allocate (A(11:12, 4, 3))
```

در این مثال بعد از استفاده از دستور Allocate بعد اول دارای 2 اندیس با شروع از 11 و بعد دوم
 دارای 4 اندیس با شروع از 1 (به دلیل عدم تعریف) تعریف شده است . استفاده مجدد از دستور
 ALLOCATE برای یک متغیر امکان پذیر نیست و برنامه با خطای در حین اجرا مواجه می شود .
 در برنامه زیر دوبار از دستور ALLOCATE برای یک متغیر استفاده شده است که برنامه پیغام خطا
 می دهد :

```
INTEGER*4, ALLOCATABLE :: A( : )
ALLOCATE ( A ( 1 ) )
ALLOCATE ( A ( 2 ) )
END
```

همچنین استفاده از دستور ALLOCATE برای متغیری که تمامی ابعاد مشخص می باشند نیز امکان
 پذیر نمی باشد و برنامه اجرا نخواهد شد .

برای تشخیص اینکه آیا متغیری تمامی ابعاد آن مشخص شده است از تابع ALLOCATED استفاده
 می کنیم . در صورتی که متغیر از پیش مشخص شده باشد مقدار آن TRUE. و در غیر اینصورت
 مقدار آن FALSE. خواهد بود .

در برنامه نویسی گاهی اوقات لازم است ویژگی های مختلف را به متغیرها نسبت داد بنابراین باید ابتدا
 این ویژگی ها را شناخت و سپس از آنها استفاده کرد . اکنون به بررسی این ویژگی ها می پردازیم :

Allocatable-

اگر در تعریف متغیرها تعداد اندیس ها را مشخص نکردیم باید از ویژگی Allocatable برای امکان
 استفاده از Allocate استفاده کنیم . به عبارت دیگر در سری Visual Fortran 6.5 و غیره تابع
 Allocate تنها قادر است به متغیرهایی که دارای ویژگی Allocate هستند اندیس اختصاص دهد .

Dimension -

از این ویژگی برای دادن بعد به متغیرها استفاده می شود به عنوان مثال در دستور تعریف متغیر زیر به ترتیب به سه متغیر A و B و C ابعاد (2,2) داده می شود.:

```
Real ,Dimension (2,2) ::A,B,C
```

این دستور معادل دستور زیر است:

```
Real A(2,2) , B(2,2) , C(2,2)
```

Parameter -

از این ویژگی برای ثابت نگه داشتن یک مقدار در متغیر استفاده می شود به صورتی که تا آخر برنامه مقدار آن ثابت خواهد ماند. به عنوان مثال در برنامه زیر برای جلوگیری از نوشتن عبارت 3.141592 آن را در متغیر p ذخیره و برای ثابت نگه داشتن آن در کل برنامه از این ویژگی استفاده می کنیم:

```
Double Precision , Parameter :: P= 3.141592
Read *,R
Print *, "Area = " , p*R**2
Print *, "S = " , 2*p*R
End
```

حال آنکه با ویژگی ها آشنا شدیم می بایست آنها را در دستور تعریف متغیر بکار ببریم. برای تعریف متغیرها همراه با ویژگی ها از دو نوع entity – oriented و attribute – oriented استفاده می کنیم

در دستور entity – oriented داریم:

... ، نام متغیر 2 ، نام متغیر 1 :: ... ، ویژگی 2 ، ویژگی 1 نوع متغیر

```
Real Allocatable , Dimension (:) :: A,B
```

در دستور attribute – oriented داریم:

... ، نام متغیر 2 ، نام متغیر 1 نوع متغیر

... ، نام متغیر 2 ، نام متغیر 1 ویژگی 1

... ، نام متغیر 2 ، نام متغیر 1 ویژگی 2

...

```
Real A,B
```

```
Dimension (:) A,B
```

Allocatable A,B

تنها تفاوت موجود بین هر دو نوع تعریف این است که چنانچه بخواهیم تمامی ویژگی ها را به تمامی متغیرها اعمال کنیم از حالت اول و اگر بخواهیم ویژگی های متفاوت را به متغیرهای متفاوت اعمال کنیم از حالت دوم استفاده می کنیم .
علاوه بر ویژگی های گفته شده ویژگی های دیگری که با نحوه متفاوتی اعمال می شوند نیز وجود دارند . یکی از این ویژگی ها دستورات Kind هستند .
در مورد نوع صحیح به عنوان مثال به صورت زیر تعریف می شوند :

Integer (Selected_INT_Kind(3)) A

یعنی عدد A از نوع صحیح و در بازه 10^3 تا 10^3 می باشد . در مورد عدد اعشاری باید دو مقدار را وارد کرد که عدد اول حداقل رقم اعشار و عدد دوم بازه عدد است . به عنوان مثال :

Real (Selected_Real_Kind(3,4)) B

یعنی عدد B از نوع صحیح با حداقل 3 رقم اعشار و در بازه 10^{-4} تا 10^4 می باشد .
می توان برای خلاصه تر شدن Selected_INT_Kind و Selected_Real_Kind را حذف کرد و به صورت زیر نوشت :

Integer (3) A

Real (3,4) B

در مورد متغیر رشته ای می توان طول رشته را تعیین کرد برای این منظور از یکی از سه دستور زیر استفاده می کنیم :

Character (Len=n) 1 نام متغیر

Character (n) 1 نام متغیر

Character * n 1 نام متغیر

که n طول رشته است . در صورتی که از این تعریف استفاده نشود طول به طور پیش فرض 1 در نظر گرفته می شود . چنانچه در متغیری با n حرف تعداد m حرف نوشته شود اگر $m > n$ باشد n حرف اول در متغیر ذخیره می شود . و در غیر اینصورت قسمت خالی رشته با Space پر می شود .

Character *4 C1

```
C1="Hello"
```

در این مثال چهار حرف اول Hello یعنی Hell ذخیره می شود .

```
Character *6 C1
```

```
C1="Hello"
```

و در این مثال مقدار "Hello" در متغیر ذخیره می شود . توجه کنید که یک فاصله خالی (Space) بعد از کلمه وجود دارد .

فصل سوم

توابع آماده

فرتون

در برنامه نویسی برای انجام تعدادی از کارهای معمول ، از توابع آماده استفاده می شود . توابع در حالت کلی از یک نام و یک یا چند آرگومان (ورودی) تشکیل می شوند .

(...، ورودی 2، ورودی 1) نام تابع

آنچه که باید در مورد توابع بدانیم این است که تابع چه کاری را انجام می دهد و برای انجام این کار از چه نوع ورودی استفاده می کند و خروجی تابع چیست . جهت بررسی این موارد جدول زیر طراحی شده است :

توضیحات	ورودی	نام تابع
قدر مطلق	اعشاری Real	ABS (x)
قدر مطلق	مختلط Complex	CABS (x)
قدر مطلق	دقت مضاعف	DABS (x)
قدر مطلق	صحیح Integer	IABS (x)
آرک کسینوس	اعشاری Real	ACOS (x)
آرک کسینوس	دقت مضاعف	DACOS (x)
حذف قسمت اعشاری	اعشاری Real	AINT (x)
حذف قسمت اعشاری	دقت مضاعف	DINT (x)
آرک سینوس	اعشاری Real	ASIN (x)
آرک سینوس	دقت مضاعف	DSIN (x)
آرک تانژانت	اعشاری Real	ATAN (x)
آرک تانژانت	دقت مضاعف	DTAN (x)
آرک تانژانت	اعشاری Real	ATAN2 (x)
آرک تانژانت	دقت مضاعف	DTAN2 (x)
حرف مطابق با جدول Ascii	صحیح Integer	CHAR (x)
کسینوس	اعشاری Real	COS (x)
کسینوس	مختلط Complex	CCOS (x)
کسینوس	دقت مضاعف	DCOS (x)
مزدوج عدد مختلط	مختلط Complex	CONJ (x)
کسینوس هیپربولیک	اعشاری Real	COSH (x)
کسینوس هیپربولیک	دقت مضاعف	DCOSH (x)

DIM (x,y)	Real اعشاری	تفاضل در صورت مثبت بودن
IDIM (x,y)	Integer صحیح	تفاضل در صورت مثبت بودن
DPROD (x,y)	Real اعشاری	تولید عدد با دقت بیشتر
EXP (x)	Real اعشاری	e بتوان عدد
CEXP (x)	Complex مختلط	e بتوان عدد
DEXP (x)	دقت مضاعف	e بتوان عدد
ICHAR (x)	رشته ای	کد اسکی مربوط به رشته
INDEX (String,Substring)	رشته ای	جستجو در میان رشته
INT (x)	Real اعشاری	تبدیل عدد به صحیح
IFIX (x)	Real اعشاری	تبدیل عدد به صحیح
IDINT (x)	دقت مضاعف	تبدیل عدد به صحیح
LEN(String)	رشته ای	طول رشته
LOG (x)	Real اعشاری	لگاریتم در پایه طبیعی
ALOG (x)	Real اعشاری	لگاریتم در پایه طبیعی
CLOG (x)	Complex مختلط	لگاریتم در پایه طبیعی
DLOG (x)	دقت مضاعف	لگاریتم در پایه طبیعی
LOG10 (x)	Real اعشاری	لگاریتم در پایه ده
ALOG10 (x)	Real اعشاری	لگاریتم در پایه ده
DLOG10 (x)	دقت مضاعف	لگاریتم در پایه ده
MAX (x,y,...)	Real اعشاری	ماکزیمم اعداد
MAX0 (x,y,...)	Integer صحیح	ماکزیمم اعداد
AMAX1 (x,y,...)	Real اعشاری	ماکزیمم اعداد
DMAX1 (x,y,...)	دقت مضاعف	ماکزیمم اعداد
MAX1 (x,y,...)	Real اعشاری	ماکزیمم اعداد
AMAX0 (x,y,...)	Integer صحیح	ماکزیمم اعداد
MIN (x,y,...)	Real اعشاری	مینیموم اعداد
MIN0 (x,y,...)	Integer صحیح	مینیموم اعداد
AMIN1 (x,y,...)	Real اعشاری	مینیموم اعداد
DMIN1 (x,y,...)	دقت مضاعف	مینیموم اعداد

MIN1 (x,y,...)	Real اعشاری	مینیموم اعداد
AMIN0 (x,y,...)	Integer صحیح	مینیموم اعداد
MOD (x,y)	Integer صحیح	باقیمانده
AMOD (x,y)	Real اعشاری	باقیمانده
DMOD (x,y)	دقت مضاعف	باقیمانده
REAL (x)	Integer صحیح	تبدیل عدد به اعشاری
FLOAT (x)	Integer صحیح	تبدیل عدد به اعشاری
SNGL (x)	دقت مضاعف	تبدیل عدد به اعشاری
SIGN (x,y)	Real اعشاری	مقدار X به همراه علامت y
DSIGN (x,y)	دقت مضاعف	مقدار X به همراه علامت y
ISIGN (x,y)	Integer صحیح	مقدار X به همراه علامت y
SIN (x)	Real اعشاری	سینوس
CSIN (x)	Complex مختلط	سینوس
DSIN (x)	دقت مضاعف	سینوس
SINH (x)	Real اعشاری	سینوس هیپربولیک
DSINH (x)	دقت مضاعف	سینوس هیپربولیک
SQRT (x)	Real اعشاری	جذر
CSQRT (x)	Complex مختلط	جذر
DSQRT (x)	دقت مضاعف	جذر
TAN (x)	Real اعشاری	تانژانت
DTAN (x)	دقت مضاعف	تانژانت
TANH (x)	Real اعشاری	تانژانت هیپربولیک
DTANH (x)	دقت مضاعف	تانژانت هیپربولیک
ADJUSTL (String)	رشته ای	قرار دادن فاصله های اول در آخر رشته
ADJUSTR (String)	رشته ای	قرار دادن فاصله های آخر در اول رشته
TRIM (String)	رشته ای	حذف فواصل خالی آخر رشته
LEN_TRIM (String)	رشته ای	طول متن بدون فاصله خالی در آخر

فصل چهارم

کنترل اجرای

برنامه

برای نوشتن برنامه های کاربردی علاوه بر استفاده از متغیرها و توابع می بایست از دستورات متفاوتی که در این بخش توضیح داده می شود استفاده کنیم .

- دستور و ساختار شرط

چنانچه در برنامه نویسی بخواهیم در صورت برقراری شرطی اتفاقی بیفتد (نیفتد) از ساختار یا دستور شرط استفاده می کنیم . دستور شرط به صورت زیر تعریف می شود :

یک دستور (عبارت شرطی) IF

فرتن ابتدا عبارت شرطی را محاسبه و به یکی از دو حالت صحیح یا غلط می رسد چنانچه عبارت شرطی درست باشد ، دستور داده شده اجرا می شود . باید توجه داشت که تنها یک دستور می توان نوشت .

چنانچه بخواهیم بیش از یک دستور را در یک شرط اعمال کنیم و یا اینکه شروط مختلفی را با دستورات مختلف اعمال کنیم می توانیم به شکل زیر از ساختار شرط استفاده کنیم :

IF (عبارت شرطی 1) Then

بلوک دستورات

Else IF (عبارت شرطی 2) Then

بلوک دستورات

.

.

.

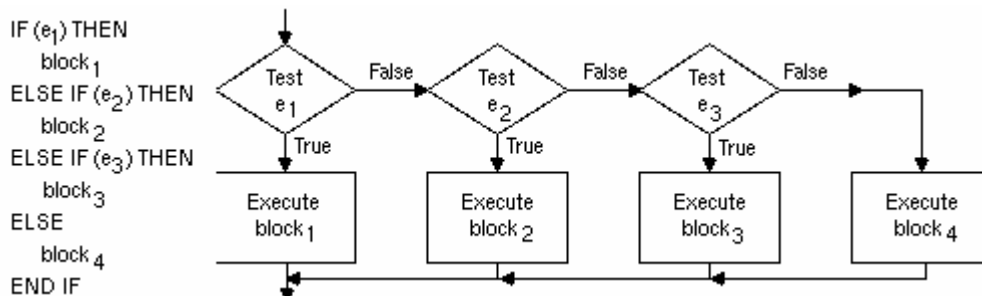
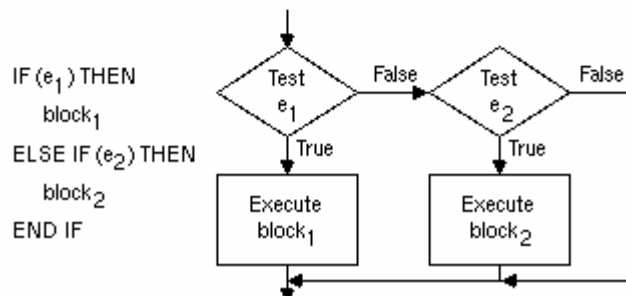
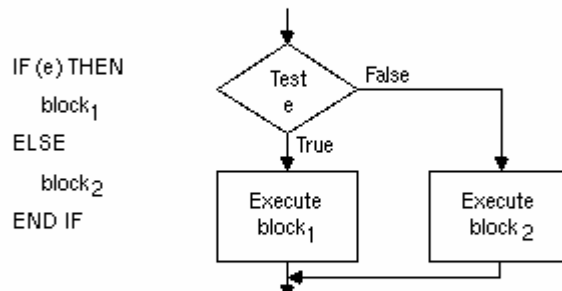
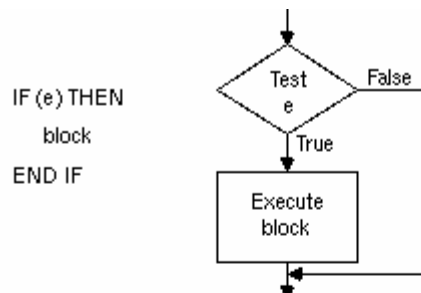
Else

بلوک دستورات

End IF

در ساختار شرط قسمتهای Else IF و Else کاملاً اختیاری می باشند اما چنانچه ELSE IF نوشته شود می بایست از کلمه Then استفاده شود . استفاده از End IF برای پایان ساختار الزامی است . در توضیح ساختار شرط می توان گفت که پس از بررسی شرط اول ، چنانچه درست باشد بلوک دستورات مربوط به آن را اجرا می کند و در غیر اینصورت شرط بعدی را چک میکند . چنانچه هیچ یک از دستورات بالا اجرا نشود و قسمت Else در ساختار شرط آمده باشد بلوک دستوری مربوط به Else اجرا خواهد شد

در واقع Else دارای عبارت شرطی معادل با ترکیب نقیض شروط بالاست . نماگرد دستور شرط در تصاویر زیر آمده است .



در برنامه زیر چنانچه عدد وارد شده یک یا دو رقمی باشد عبارت مناسب چاپ می شود :

```

Read *,I
If ( I>=0 .AND. I<10 ) Then
Print *, "Your Number has one digit"
Else If ( I<100 .AND. I>9 ) Then
Print *, "Your Number has two digits"
Else
Print *, "Your Number has more than two digits"
End If
PAUSE
End

```

برنامه زیر سینوس یک زاویه که بر حسب رادیان است را خوانده و تانژانت آنرا نمایش می دهد .

```
Read *,A
If ( A<=1 .And. A>=-1) Then
Ang=Asin(A)
Print *,Ang*180/3.141592,Tan(Ang)
End If
End
```

- ساختار انتخاب

این ساختار حالت خاصی از ساختار شرط است . حالت کلی این ساختار به شرح زیر است

Select Case (عبارت مورد نظر)

Case (حالت اول عبارت)

بلوک دستورات

Case (حالت دوم عبارت)

بلوک دستورات

.

.

.

Case Default

بلوک دستورات

End Select

این ساختار معادل دستورات شرط زیر است :

If (حالت اول == عبارت شرطی) Then

بلوک دستورات

Else If (حالت دوم == عبارت شرطی) Then

بلوک دستورات

.

.

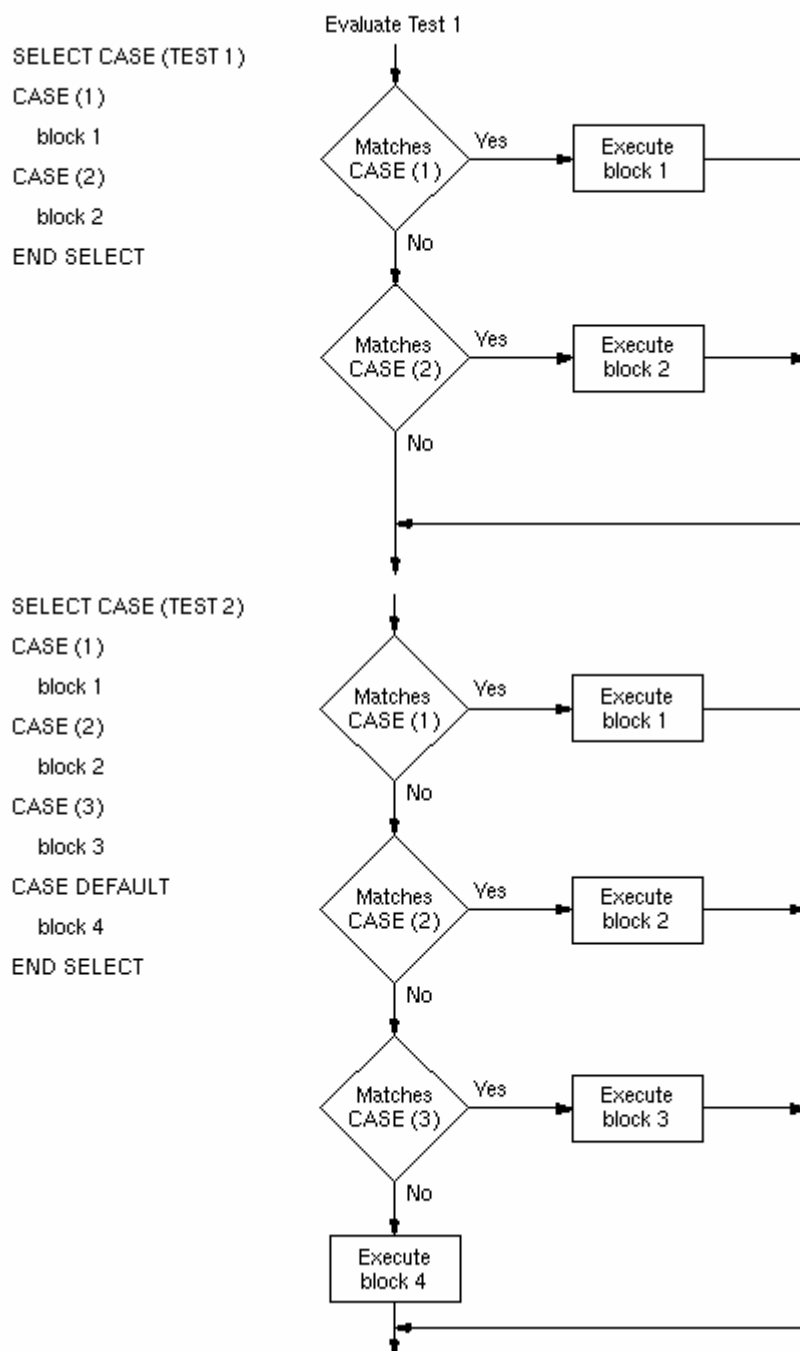
.

Else

بلوک دستورات

End IF

همانگونه که از مقایسه دو ساختار بالا بدست می آید بلوک دستورات زمانی اجرا می شود که عبارت مورد نظر یکی از حالات ذکر شده باشد و Case default معادل Else در ساختار شرط است یعنی اگر هیچ کدام از بلوک های دستور اجرا نشوند بلوک دستوری این قسمت اجرا خواهد شد . در تصاویر زیر نماگرد دستور ترسیم شده است .



باید توجه داشته باشید که حالات ذکر شده باید از نوع عبارت مورد نظر باشند و نباید اشتراک داشته باشند. عبارت مورد نظر ساختار انتخاب تنها یکی از سه حالت Integer ، Character ، Logical می باشد.

در دو برنامه زیر چنانچه عدد یک وارد شود برنامه عدد 100 و در غیر اینصورت عدد 0 را چاپ خواهد کرد

برنامه اول: استفاده از نوع صحیح

```
Integer A
Read *,A
Select Case (A)
Case (1)
Print *, "100"
Case default
Print *, "0"
End select
End
```

برنامه دوم: استفاده از نوع منطقی

```
Logical L1
Integer A
Read *,A
L1=(A==1)
Select Case (L1)
Case (.True.)
Print *, "100"
Case (.False.)
Print *, "0"
End select
End
```

برای ایجاد گستره انتخاب از: استفاده می شود به این صورت که $n:m$ یعنی کلیه اعداد صحیح از عدد n تا عدد m (با احتساب n و m) و $n:$ یعنی تمامی اعداد صحیح بزرگتر مساوی عدد n و $m:$ یعنی تمامی اعداد کوچکتر یا مساوی عدد m

از: می توان برای کاراکترها نیز استفاده کرد. در برنامه زیر یک حرف از کاربر گرفته می شود و نوع آن مشخص می شود.

```
Character *1 C1
Read *,C1
Select Case (C1)
Case ("a":"z", "A":"Z")
Print *, "Alphabetic"
```

```

Case ( "0":"9" )
Print *, "Number"
Case Default
Print *, "Other"
End Select
End

```

از برنامه بالا می توان فهمید که در مقابل Case می توان بیش از یک حالت را قرار داد . همچنین حالت عددی از نوع کاراکتر می باشد و هیچ اشتراکی بین حالات نیست .

- دستور پرش ساده

اگر بخواهیم ادامه اجرای برنامه را از سطر خاصی شروع کنیم می توانیم از دستور پرش استفاده کنیم :

Goto Label

که Label یک عدد می باشد که در ابتدای خط مقصد نوشته می شود . استفاده از دستور پرش بدون اختصاص Label موجب نمایش پیغام خطا خواهد شد . در ادامه مثالی از این مطلب آورده خواهد شد

- دستور پرش محاسباتی

عدد (Goto (Label1 , Label2 , ...)

این دستور ابتدا عدد مورد نظر را محاسبه کرده و چنانچه مقدار آن یک باشد به عددی که به عنوان label 1 نوشته شده است پرش می کند و ... اگر عدد مورد نظر منفی و یا دارای اعشار باشد و یا هیچ Label به آن اختصاص داده نشده باشد ، دستور کار خاصی انجام نمی دهد .

برنامه زیر ریشه های معادله درجه دو را تنها با استفاده از دستور پرش و دستور پرش محاسباتی ، محاسبه می کند :

```

Read *,A,B,C
Delta=b**2-4*A*C
Goto ( 10 , 20 ) Floor(Delta/(ABS(Delta)+1))+2
10 Print *, "there is no root "
Goto 30
20 Print *, "x1=", (-B+Sqrt(Delta))/2/A
Print *, "x2=", (-B-Sqrt(Delta))/2/A
30 End

```

- دستور ادامه

این دستور به صورت Continue نوشته می شود و گاهی اوقات به همراه یک Label در ابتدای خط می آید . اجرای این دستور باعث ادامه پردازش به خط بعدی می شود و کاربرد خاصی در این زمینه ندارد . از این دستور می توان برای خاتمه حلقه نیز استفاده کرد .

- دستور توقف

از این دستور برای توقف عملیات اجرای برنامه و خاتمه برنامه استفاده می شود. این دستور به صورت زیر تعریف می شود:

Stop [Stop-expression]

می توانیم دستور Stop را تنها به کار برد و در صورتی که بخواهیم عبارتی را برای بستن برنامه تحت عنوان handle اختصاص دهیم می توانیم یک رشته و یا یک عدد را قرار دهیم. در صورت به کار بردن رشته عدد صفر منظور می شود.

- ساختار گردشی - حلقه

چنانچه بخواهیم یک عمل را N بار انجام دهیم یا N متغیر که با هم تصاعد عددی دارند داشته باشیم از ساختار حلقه استفاده می کنیم. حلقه ها بر اساس N به سه دسته تقسیم می شوند

- حلقه نام محدود

Do [نام حلقه]:

[بلوک دستورات]

End Do [نام حلقه]

Do label [نام حلقه]:

[بلوک دستورات]

Label Continue

- حلقه محدود شرطی

(عبارت شرطی) Do [Label] [,] While [نام حلقه]:

[بلوک دستورات]

End Do [نام حلقه]

(عبارت شرطی) Do Label [,] While [نام حلقه]:

[بلوک دستورات]

Label Continue

- حلقه شمارشی

[گام،] کران پایین، کران بالا = نام متغیر Do [Label]: نام حلقه

[بلوک دستورات]

End Do [نام حلقه]

[گام،] کران پایین، کران بالا = نام متغیر Do Label: نام حلقه

[بلوک دستورات]

Label Continue

در برنامه زیر با استفاده از حلقه شمارشی N! محاسبه می شود:

```
Read *,N
Factoriel=1
Do i=1,N
  Factoriel=Factoriel*I
End Do
Print *,N,"!=" ,Factoriel
End
```

در برنامه زیر مقدار $\sum_{n=0}^{100} \frac{2^n}{n!}$ محاسبه و چاپ می شود:

```
F=1 ; Sum=1
Do i= 1,100
  F=F*I
  Sum=Sum+( 2**i ) /F
End Do
Print *,Sum
End
```

- دستور خروج از حلقه

دستور Exit برای خروج از حلقه ای است که خود دستور در آن قرار دارد. چنانچه در مقابل این دستور نام حلقه ای ذکر شود، دستور خروج برای آن حلقه اجرا خواهد شد.

- دستور گردش حلقه

چنانچه فرترن در اجرای برنامه به دستور Cycle برسد دستورات بین Cycle و اولین End Do انجام نخواهد شد.

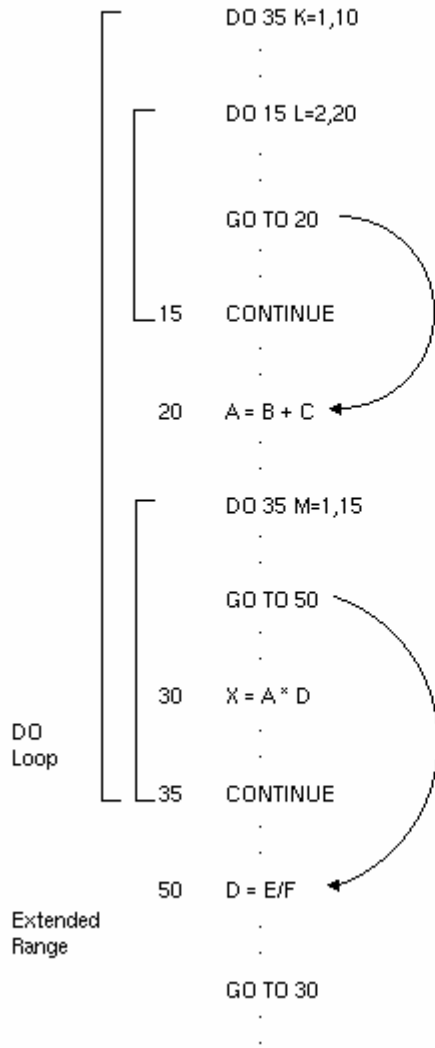
در برنامه زیر عدد 1 را بر اعداد 100- تا 100 تقسیم کرده ایم و خروجی آن مقدار این عبارت است . همانطور که می دانید تقسیم بر صفر معنی ندارد و برای انجام ندادن تقسیم بر صفر از دستور Cycle استفاده کرده ایم :

```
Do i=-100 , 100
    IF ( i==0) Cycle
    Print *,1./i.
End Do
End
```

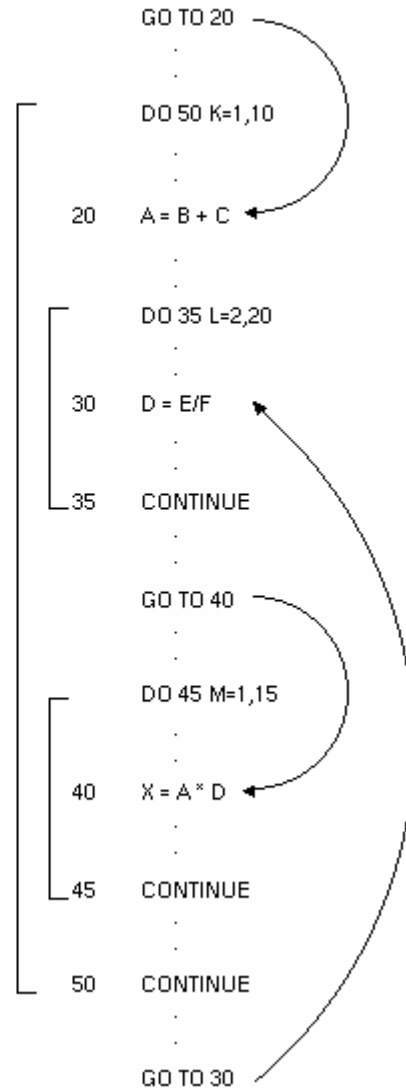
در شکل زیر نحوه استفاده از ساختارهای گردش مرکب (تو در تو) نشان داده شده است . ستون سمت راست استفاده نادرست و ستون سمت چپ استفاده درست را نمایش می دهد .

Correctly Nested DO Loops	Incorrectly Nested DO loops
<pre> DO 45 K=1,10 . . DO 35 L=2,50,2 . . 35 CONTINUE . . DO 45 M=1,20 . . 45 CONTINUE . . DO 10 I=1,20 . . DO J=1,5 . . DO K=1,10 . . END DO . . END DO . . 10 CONTINUE </pre>	<pre> DO 15 K=1,10 . . DO 25 L=1,20 . . 15 CONTINUE . . DO 30 M=1,15 . . 25 CONTINUE . . 30 CONTINUE . . DO 10 I=1,5 . . DO J=1,10 . . 10 CONTINUE . . END DO </pre>

Valid
Control Transfers



Invalid
Control Transfers



فصل پنجم

خواندن و نوشتن

(بهتر است مطالب این بخش را همزمان با مطالب بخش دسترسی به فایل بخوانید.)

برای خواندن اطلاعات از یکی از سه دستور زیر استفاده می شود:

... ، نام متغیر 1 (ویژگی های کنترلی خواندن) Read

... ، نام متغیر 1 ، قالب Read

... ، نام متغیر 1 (ویژگی های کنترلی خواندن) Write

منظور از ویژگی های کنترلی افزودن مشخصات و خصوصیات جدید به عمل خواندن است . در

جدول زیر این ویژگی ها آورده شده اند :

کلید واژه	مقدار ویژگی	توضیحات
[unit=]	عدد	عددی که مشخص کننده واحد ورود اطلاعات است . به عبارت دیگر یک اشاره گر از محل ورود اطلاعات می باشد . * نماد ورودی استاندارد است . چنانچه در جایگاه اول داخل پرانتز قرار گیرد نوشتن کلیدواژه لازم نیست .
[FMT=]	قالب	مشخص کننده نحوه خواندن و قرار دادن ورودی در متغیرهاست . * نماد فرمت آزاد یا بدون قالب است . چنانچه در جایگاه دوم داخل پرانتز قرار گیرد نوشتن کلید واژه لازم نیست
Advance	یا “yes” “no”	چنانچه yes باشد در خواندن اطلاعات با توجه به قالب در طول داده به جلو حرکت می کند . در غیر اینصورت پس از خواندن اولین متغیر از بین داده ها برای خواندن اطلاعات بعدی از اول داده شروع می کند
END	Label	چنانچه در خواندن از فایل به آخر آن برسد به Label گفته شده پرش می کند
EOR	Label	چنانچه در خواندن از فایل به آخر رکورد برسد به Label گفته شده پرش می کند .
ERR	Label	چنانچه در حین عملیات خواندن یا نوشتن به خطایی برخورد کند به Label گفته شده پرش می کند .

منظور از رکورد در مطالب بالا یک خط از فایل می باشد .

می توان یک حلقه را نیز در ساختارهای بالا اعمال کرد :

Read (...)(ویژگی های کنترلی خواندن)

... ، (گام ، کران بالا ، کران پایین = شمارنده 2 ، گام ، کران بالا ، کران پایین = شمارنده 1 ، نام

متغیر

به مثال زیر توجه کنید :

Read (*,*)((A(i,j),i=1,10),j=1,5))

این دستور معادل دستور زیر است :

```
Do 1 i=1,10
  Do 1 j=1,5
    Read (*,*) A(i,j)
1 Continue
```

فصل ششم

قالب بندی (فرمت)

بخش عظیمی از برنامه نویسی به خواندن و چاپ اطلاعات اختصاص دارد . بنابراین این مهم ایجاب می کند تا بتوان خواندن و نوشتن را سفارشی کرد به عبارت ساده تر بتوان حالات خاصی را به این دو دستور داد از جمله این حالات می توان به اختصاص میدانها و قالب بندی صفحه اشاره کرد . به عنوان مثال می توان به گونه ای برنامه نوشت که عمل چاپ اطلاعات از سطر چهارم شروع شود و یا در خواندن اطلاعات 5 حرف اول نادیده فرض شود .

قبل از توضیح میدانها بیاییم میدان را تعریف کنیم . برنامه های فرتن در کنسول غیر گرافیکی اجرا میشود یا به عبارت دیگر در محیط DOS ، ابتدا صفحه داس را تقسیم بندی می کنیم . می دانیم صفحه مشکی رنگی که در زمان اجرای برنامه ظاهر می شود (صفحه DOS) از نقاط نورانی به نام pixel تشکیل شده است . مجموع تعدادی از این پیکسل ها برای نمایش یک کاراکتر استفاده می شود در هر یک از این مجموعه ها تنها یک حرف نمایش داده می شود . حال اگر تعدادی از این مجموعه ی پیکسل ها کنار یکدیگر قرار گیرند تا بتوان تعداد زیادی حرف را نمایش داد یک میدان را تشکیل می دهند البته این جایگاه ها همگی دارای خصوصیت مشترک هستند مثلاً همگی از نوع صحیح و یا همگی از نوع رشته ای هستند .

اکنون که با میدان ها آشنا شدیم ، ببینیم چگونه می توان این میدانها را اعمال کرد . اگر به خاطر داشته باشید در مبحث خواندن و نوشتن ، ویژگی با نام قالب به طور مختصر توضیح داده شد . دستور زیر را در نظر بگیرید :

`Read (*,*) A`

این دستور متغیر A را از صفحه کلید با قالب آزاد (بدون محدودیت) می خواند . حال اگر بخواهیم یک قالب را بر این متغیر اعمال کنیم به یکی از دو روش زیر عمل می کنیم :

`Read (*,1) A`
`1 Format (F6.2)`

یا

`Read (*, "(F6.2)") A`

چنانچه می بینید در قسمت FMT باید یک شماره label اختصاص داد که در خطی که حاوی این شماره است بلافاصله دستور Format قرار دارد و یا می توان به طور مستقیم میدان را در داخل یک پرانتز و گیومه قرار داد .

دستور Format دستور اجرایی نیست یعنی تا زمانی که به این دستور پرش داده نشود اجرا نخواهد شد پس لزومی ندارد که دستور فرمت در خط بعد از خواندن و یا نوشتن بیاید می توان آن را در هر قسمت از بدنه اصلی برنامه قرار داد .

اکنون باید تمامی میدان ها را شناخت (در مثال های ذکر شده در پایین منظور از □ همان Space است که در حین اجرای برنامه نمایش داده نمی شود)

- میدان I

این میدان به صورت زیر تعریف می شود :

[حداقل طول میدان . طول میدان I]

طول میدان تعداد جایگاه های ذکر شده در بالاست و حداقل طول میدان ، حداقل تعداد ارقام نمایش داده شده در میدان است . چنانچه طول عدد از طول میدان بیشتر باشد ، به اندازه طول میدان ستاره چاپ خواهد شد و اگر طول عدد از طول میدان کمتر باشد میدان از سمت راست پر می شود .

فرمت	عدد	خروجی	توضیحات
I3.3	11	011	حداقل طول میدان 3 است
I3.2	1	□01	
I3.2	4000	***	طول میدان کم است
I2.0	0	□□	جز استثناهاست
I2.1	0	0	
I3.2	11.1	***	در این میدان تنها اعداد صحیح و عبارت منطقی قرار می گیرند

- میدان مبنا ها B, O, Z

در این میدان ها ابتدا عدد را به مبنای مورد نظر برده و سپس مانند میدان I عمل کنید . میدان B عدد را به مبنای دو و O عدد را به مبنای 8 و Z عدد را به 16 می برد .

فرمت	عدد در مبنای 10	عدد در مبنای مورد نظر	خروجی
B4	9	1001	1001
B3	9	1001	***
B5.5	9	1001	01001
O4.3	27	33	□033
Z5	32767	7FFF	□7FFF

اکنون برنامه ای بنویسید که دو عدد را گرفته و عدد اول را در مبنای عدد دوم که یکی از سه عدد 2 یا 8 یا 16 است نمایش دهد :

Read *,N, IBase

```

Select case (IBase)
  Case (2)
    Print "(B0)",N
  Case (8)
    Print "(00)",N
  Case (16)
    Print "(Z0)",N
End select
End

```

همانگونه که می بینید طول میدان صفر در نظر گرفته شده است و موجب می شود که طول میدان به اندازه خود خروجی باشد .

- میدان F

این میدان در حالت کلی به صورت زیر است:

تعداد رقم اعشار . طول کلی میدان F

برای محاسبه خروجی این میدان کافیهست که ابتدا به اندازه طول کلی میدان جایگاه در نظر گرفته شود سپس از سمت راست به اندازه تعداد رقم اعشار جایگاه خالی گذاشته شود در جایگاه بعد ممیز قرار داده می شود و بقیه جایگاه ها در سمت چپ میدان به قسمت صحیح اختصاص داده می شود . حال چنانچه نتوانید میدان را بسازید در لحظه اجرا با پیغام خطا مواجه خواهید شد . آنچه در مورد این میدان مهم است آنکه طول قسمت صحیح عدد باید بتواند به طور کامل در قسمت صحیح میدان قرار گیرد در غیر اینصورت به تعداد طول کلی میدان ستاره چاپ خواهد شد و اگر طول قسمت اعشاری میدان کمتر از طول قسمت اعشاری عدد باشد تعدادی از رقمهای اعشار که در آن قسمت می توانند قرار گیرند با گرد کردن چاپ می شوند . برای فهم بهتر مطلب به مثالهای زیر توجه کنید :

میدان	عدد	خروجی	توضیحات
F6.2	15.5	□15.50	
F6.2	15.257	□15.26	عدد گرد شده است
F6.2	2115.25	*****	در میدان قرار نمی گیرد
F6.2	-10.1	-10.10	
F3.1	12.1E2	***	ابتدا عدد محاسبه شود
F5.2	-.2	-0.20	تعداد ارقام اعشار باید حتما رعایت شود

- میدان نماد علمی

این میدان به وسیله سه مشخصه E، EN، ES تعیین می شود. حالت کلی E به صورت زیر است. دو میدان بعد نیز به همین صورت تعیین می شوند.

[طول توان E] طول قسمت اعشاری. طول کلی میدان E

در هر سه این میدانها ابتدا به اندازه طول کلی میدان جایگاه قرار دهید سپس از سمت راست شروع کرده و به اندازه طول توان جایگاه برای توان جدا کنید (چنانچه طول توان نوشته نشده باشد آنرا 2 در نظر بگیرید) سپس یک جایگاه را به علامت مثبت یا منفی اختصاص دهید، جایگاه بعدی را برای حرف E در نظر بگیرید توجه کنید که اگر در فرمت e نوشته شده باشد شما نیز باید از حرف کوچک آن استفاده کنید و اگر نوشته نشده باشد منظور همان E است. بعد از این مرحله به اندازه طول قسمت اعشار جدا کرده و جایگاه بعدی را به ممیز اختصاص دهید. بقیه جایگاه ها در سمت راست برای قسمت صحیح باقی می ماند. چنانچه نتوانید این میدان را تولید کنید در حین اجرا با پیغام خطای مبنی بر اشتباه بودن میدان مواجه خواهید شد.

حال باید عدد را در میدان قرار دهیم از سمت چپ عدد شروع کرده و تمامی صفرهای موجود در سمت چپ را نادیده می گیریم سپس در مورد میدان E عدد بدست آمده را بعد ممیز می نویسیم و در صورتی که کل عدد در قسمت اعشاری جا نشود آنرا گرد می کنیم. در مورد میدان EN سه رقم عدد بدست آمده را سمت چپ ممیز و بقیه را در سمت راست ممیز قرار می دهیم. در مورد میدان ES یک رقم را در سمت چپ و بقیه را در سمت راست می نویسیم. باید توجه کرد که در صورت جا نشدن عدد باید آنرا گرد کرد. حال نوبت به محاسبه قسمت توان می رسد. با محاسبه میزان کوچک شدن عدد، توان مناسبی را اختیار می کنیم. ممکن است عدد در این میدان کاملاً تغییر کند. اگر عدد مورد نظر منفی بود یک جایگاه در سمت چپ به منفی تعلق می گیرد. چنانچه یکی از قسمت‌های بالا قابل اجرا نباشد به اندازه طول کلی میدان ستاره چاپ خواهد شد. اکنون به مثالهای زیر توجه کنید:

خروجی	ورودی	فرمت
□0.121E+03	121.454	E10.3
□0.120E-02	0.0012	E10.3
□□1.001E+02	100.125	ES11.3
100.012E+01	1000.125	EN11.3
□475.87E+03	475867.222	EN11.2

- میدان L

این میدان به صورت زیر تعریف می شود :

طول کلی میدان L

این میدان بسیار ساده بوده و با ایجاد جایگاه ها در آخرین جایگاه یکی از دو کلمه F یا T را قرار می دهد به عنوان نمونه در میدان L3 مقدار True. به صورت □□T چاپ می شود .

- میدان رشته ای A

این میدان برای قرار دادن متن استفاده می شود :

طول کلی میدان A

چنانچه میدان برای متن مورد نظر بزرگ باشد از سمت راست میدان پر می شود و در سمت چپ جاهای خالی باقی می گذارد و در غیر اینصورت از سمت راست متن به اندازه طول میدان چاپ خواهد شد . اگر طول میدان نوشته نشود ، طول آن به اندازه طول متن خواهد بود .

میدان	ورودی	خروجی
A4	Ali	□Ali
A3	Ali Reza	Ali
A	Ali Reza	Ali Reza

اکنون که این میدان ها را شناختیم می توانیم صفحه DOS را به میدانهای مختلف برای کنترل بیشتر تقسیم کنیم اما برای جابجایی و تنظیم میدان ها تعدادی دستور تحت عنوان کنترل قالب وجود دارد که در زیر به آنها اشاره می کنیم .

فرمان کنترل	مثال	توضیحات
T n	T 10	ایجاد میدان بعدی از ستون 10 خواهد بود
TL n	TL 5	از موقعیت فعلی به اندازه 5 جایگاه به سمت چپ می رود
TR n	TR 4	از موقعیت فعلی به اندازه 4 جایگاه به سمت راست می رود
n X	5 X	5 فاصله خالی را قرار می دهد
[r] /	3/یا///	سه سطر خالی چاپ می کند
:		ادامه ایجاد میدانها را در صورت نبود متغیر متوقف می کند
S		قرار دادن علامت + اعداد به سیستم عامل بستگی پیدا میکند

SP		علامت + اعداد قرار داده می شود
SS		علامت + اعداد قرار داده نمی شود
k P	2 P	عدد را در 10 بتوان k ضرب می کند
BN		فاصله خالی بین ارقام یک عدد را حذف می کند
BZ		فاصله خالی بین ارقام یک عدد را به صفر تبدیل می کند

برای آگاهی کامل از نحوه اعمال این فرمت ها به ضمیمه مراجعه کنید .

فصل هفتم

دسترسی به فایل

ابتدا باید نکاتی در مورد نام فایل ها در سیستم عامل های مختلف گفته شود . همانطور که می دانید نام فایل متشکل از دو قسمت نام و پسوند است که توسط نقطه از هم جدا می شوند . وجود نام ضروری و وجود پسوند اختیاری است . باید توجه داشت که در نام فایلها باید قوانین مربوط به سیستم عامل موجود بر روی سیستم را رعایت کرد . به عنوان مثال در DOS 4.5 و قبل از آن نام فایل تنها 8 حرف می تواند باشد . در ویندوزها نام فایل می تواند تا 256 کاراکتر را به خود اختصاص دهد . نباید از حروف غیر مجاز در نام فایل ها استفاده کرد .

اکنون که با نام فایل آشنا شدیم ، می خواهیم دستورات باز کردن فایل ها را بیان کنیم :

(مشخصات باز کردن فایل) OPEN

(مشخصات بستن فایل) CLOSE

منظور از مشخصات ، یک سری از کلید واژه ها هستند که به دستور OPEN جهت باز کردن فایل کمک می کنند . اکنون به بررسی تک تک آنها می پردازیم .

ACCESS -

فرض کنید لیستی از اسامی دانشجویان را در اختیار دارید . به دانشجویان گفته می شود که به ترتیب لیست و به طور پشت سرهم بر روی صندلی ها بنشینند . اینک شما برای پیدا کردن نفر بیستم می توانید مستقیماً به صندلی شماره 20 بروید زیرا ترتیبی بین لیست و نحوه نشستن دانشجویان وجود دارد . اما اگر به آنها این اجازه داده شود که هر شخص بتواند با هر فاصله دلخواهی از نفر قبل بر روی یک صندلی بنشیند آنگاه برای پیدا کردن نفر بیستم باید به ترتیب از نفر اول شروع کرده و تا پیدا کردن نفر بیستم به جستجوی خود ادامه دهیم . این مثال عیناً در مورد فایل ها نیز صادق است . اگر طول هر رکورد کاملاً مشخص باشد برای دسترسی به رکورد n ام می توانید با پشت سر گذاشتن طول رکورد $*(n-1)$ حرف به اول رکورد مورد نظر برسید اما اگر طول هر رکورد با رکوردهای دیگر متفاوت باشد می بایست تک تک رکوردها را تا رسیدن به رکورد مورد نظر بخوانیم . اگر شیوه اول را دسترسی مستقیم بنامیم و دومی را ترتیبی می توان با نوشتن یکی از دو عبارت "Direct" برای مستقیم و یا "Sequential" برای ترتیبی در مقابل Access= نحوه دسترسی به فایل را مشخص کرد . چنانچه هیچ عبارتی نوشته نشود دسترسی پیش فرض ترتیبی خواهد بود .

Action-

یکی دیگر از اختیاراتی که وجود دارد این است که ما می توانیم فایل را صرفاً جهت انجام عمل خواندن و یا فقط نوشتن باز کنیم . کلیدواژه Action دارای سه حالت "Read" ، "Write" ، "ReadWrite" می باشد . که حالت اول برای حالت فقط خواندن و حالت دوم برای حالت فقط نوشتن و حالت سوم برای انجام هر دو عمل است . پیش فرض این دستور حالت سوم در نظر گرفته می شود .

ERR -

چنانچه در حین باز کردن فایل با پیغام خطا مواجه شویم در صورت وجود کلیدواژه ERR ادامه برنامه به شماره Label نوشته شده در جلوی آن، پرش می کند.

File-

در مقابل این کلمه باید یک متن که مسیر دقیق فایل را بیان می کند قرار داد. چنانچه بخواهیم یک فایل موجود را باز کنیم باید حتما پسوند آنرا در صورت وجود بنویسیم. اگر تنها نام فایل ذکر شود مسیر پیش فرض مسیر قرار گیری برنامه خواهد بود.

Position-

که یکی از سه حالت "ASIS"، "Rewind"، "Append" می باشد و محل اشاره گر هارد برای باز کردن و جستجو را به ترتیب موقعیت فعلی، از اول و از آخر را تعیین می کند. حالت اول پیش فرض در نظر گرفته می شود

Status-

اگر مقدار آن "Old" باشد فایل تنها زمانی باز خواهد شد که وجود داشته باشد. اگر فایل مورد نظر وجود نداشته باشد، خطا رخ خواهد داد. اگر مقدار آن "New" باشد فایل ایجاد خواهد شد و در صورتی که از پیش وجود داشته باشد پیغام خطا ظاهر خواهد شد.

اگر مقدار آن "Unknown" باشد در صورت وجود آنرا باز می کند و در صورت عدم وجود آنرا ساخته و بعد باز می کند. این حالت پیش فرض در نظر گرفته می شود. مقدار بعدی "Replace" است که فایل را ساخته و باز میکند اگر فایل از پیش بر روی هارد موجود باشد آنرا پاک کرده و مجدداً می سازد. مقدار "Scratch" یک فایل موقت در مسیر temp می سازد زمانی مورد استفاده قرار می گیرد که باید فایل ساخته شده با بسته شدن برنامه بسته شود است.

Unit -

حال زمانی که تمام مشخصات بالا نوشته شد باید یک عدد به عنوان unit به فایل ساخته شده اختصاص داد تا در هنگام خواندن و نوشتن با این عدد کار کرد. به عبارت دیگر برای جلوگیری از نوشتن مجدد همه موارد بالا از یک عدد استفاده می شود. UNIT جهت معرفی فایل به برنامه استفاده می شود و در تمامی دستوراتی که باید با فایل باز شده ارتباط داشته باشند مورد استفاده قرار می گیرد. به مثال زیر توجه کنید. 10 خط اطلاعات فایل اول دو بار در فایل دوم نوشته می شوند:

```
Character *(*) A  
Open(Unit=2,File="C:\data.dat",ERR=23,Action="Read",Status="Old")
```

```
Open(Unit=3,File="C:\data.out",ERR=24,Action="Write",Status="New")
Do i= 1, 10
  Read (2,*)A
  Write(3,*) (A,j=1,2)
End do

Close(2)
Close(3)
GOTO 25
23 PRINT *,"ERROR OPENING INPUT FILE"
24 PRINT *,"ERROR OPENING OUTPUT FILE"
25 End
```

(خط اول این برنامه در COMPAQ FORTRAN خطا محسوب می شود و باید یک طول استایک برای متغیر رشته ای A تعریف کرد)
همانطور که می بینید پس از پایان کار ، فایل های باز شده را بستیم . چنانچه این کار را انجام ندهید برنامه خود به خود فایل ها را می بندد .

فصل هشتم

ساختار کلی برنامه

تا به اینجا تمام کارها در بدنه اصلی برنامه نوشته می شد . می دانیم که تعریف متغیرها در بالا و دستورات دیگر در پایین نوشته می شد و برنامه به کلمه End ختم می شد . حال می توانیم قسمت های دیگری را تحت عنوان زیر برنامه به برنامه خود اضافه کنیم که بعد از کلمه End می تواند قرار گیرند

Function-

در برنامه نویسی تمام توابع مورد نیاز ما نوشته نشده اند و گاهی خود ما نیاز به تعریف توابع جدیدی داریم برای این منظور از ساختار زیر استفاده می کنیم :

(لیست آرگومان ها - ورودی) نام تابع Function

بلوک دستوری

... = نام تابع

End Function

همانطور که در بحث توابع آماده دیدید ، توابع با گرفتن یک یا چند آرگومان محاسبات خاصی را انجام داده و نتیجه محاسبات را در نام متغیر ذخیره می کنند بنابراین تنها یک خروجی دارند و حداقل یکبار می بایست در متن زیر برنامه عددی به آن اختصاص داده شود . به عنوان مثال در زیر برنامه زیر تابع Sin2 برای محاسبه سینوس یک زاویه از طریق بسط تیلور نوشته شده است و در بدنه اصلی اختلاف دو تابع Sin و Sin2 نوشته می شود .

```
Read *,A
Print *,Sin(A)-Sin2(A)
End
Function Sin2(x)
Sin2=x ; F=1 ; S=-1
Do i=3,20,2
    F=F*(i-1)*i
    Sin2=Sin2+S*x**i/F
    S=S*-1
End do
End Function
```

همانطور که می بینید فراخوانی توابع جدید مانند توابع آماده است . نکته ای که باید رعایت شود این است که ورودی تابع Sin2 از نوع اعشاری تعریف شد پس باید در بدنه اصلی برنامه عدد اعشاری به عنوان آرگومان قرار داده شود .

Subroutine-

اگر بخواهیم بیش از یک خروجی داشته باشیم از subroutine استفاده می کنیم به اینصورت که ابتدا ورودی های خود را به داخل تابع فرستاده و سپس از ورودی ها بعنوان خروجی استفاده می کنیم . ساختار کلی به صورت زیر است .

Subroutine (لیست ورودی ها و خروجی ها) نام زیر برنامه

بلوک دستورات

End Subroutine

اکنون برنامه بالا را با این ساختار می نویسیم :

```
Read *,A
Call Sin2(A,B)
Print *,Sin(A)-B
End
Subroutine Sin2(x,y)
y=x ; F=1 ; S=-1
Do i=3,20,2
    F=F*(i-1)*i
    y=y+S*x**i/F
    S=S*-1
End do
End Subroutine
```

همانطور که می بینید فراخوانی Subroutine با دستور Call می باشد .

ضمیمه 1 : لیست کلیه توابع مورد نیاز برنامه نویسی

Name	Description	Argument/Function Type
ACOS	ACOS (x). Returns the arc cosine of x in radians between 0 and pi. When ACOS is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
ACOSD	ACOSD (x). Returns the arc cosine of x in degrees between 0 and 180. When ACOSD is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
ALOG	ALOG (x). Returns natural log of x .	x : REAL(4) result: REAL(4)
ALOG10	ALOG10 (x). Returns common log (base 10) of x .	x : REAL(4) result: REAL(4)
ASIN	ASIN (x). Returns arc sine of x in radians between $\pm\pi/2$. When ASIN is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
ASIND	ASIND (x). Returns arc sine of x in degrees between $\pm 90^\circ$. When ASIND is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
ATAN	ATAN (x). Returns arc tangent of x in radians between $\pm\pi/2$. When ATAN is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
ATAND	ATAND (x). Returns arc tangent of x in degrees between $\pm 90^\circ$. When ATAND is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
ATAN2	ATAN2 (y, x). Returns the arc tangent of y/x in radians between $\pm\pi$. When ATAN2 is passed as an argument, y and x must be REAL(4).	y : Real x : same as y result: same type as y
ATAN2D	ATAN2D (y, x). Returns the arc tangent of y/x in degrees between $\pm 180^\circ$. When ATAN2D is passed as an argument, y and x must be REAL(4).	y : Real x : same as y result: same type as y

<u>CCOS</u>	CCOS (x). Returns complex cosine of x .	x : COMPLEX(4) result: COMPLEX(4)
<u>CDCOS</u>	CDCOS (x). Returns double-precision complex cosine of x .	x : COMPLEX(8) result: COMPLEX(8)
<u>CDEXP</u>	CDEXP (x). Returns double-precision complex value of $e^{**}x$.	x : COMPLEX(8) result: COMPLEX(8)
<u>CDLOG</u>	CDLOG (x). Returns double-precision complex natural log of x .	x : COMPLEX(8) result: COMPLEX(8)
<u>CDSIN</u>	CDSIN (x). Returns double-precision complex sine of x .	x : COMPLEX(8) result: COMPLEX(8)
<u>CDSQRT</u>	CDSQRT (x). Returns double-precision complex square root of x .	x : COMPLEX(8) result: COMPLEX(8)
<u>CEXP</u>	CEXP (x). Returns complex value of $e^{**}x$.	x : COMPLEX(4) result: COMPLEX(4)
<u>CLOG</u>	CLOG (x). Returns complex natural log of x .	x : COMPLEX(4) result: COMPLEX(4)
<u>COS</u>	COS (x). Returns cosine of x radians. When COS is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real or Complex result: same type as x
<u>COSD</u>	COSD (x). Returns cosine of x degrees. When COSD is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
<u>COSH</u>	COSH (x). Returns the hyperbolic cosine of x . When COSH is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
<u>COTAN</u>	COTAN (x). Returns cotangent of x in radians.	x : Real result: same type as x
<u>COTAND</u>	COTAND (x). Returns cotangent of x in degrees.	x : Real

		result: same type as x
CSIN	CSIN (x). Returns complex sine of x .	x : COMPLEX(4) result: COMPLEX(4)
CSQRT	CSQRT (x). Returns complex square root of x .	x : COMPLEX(4) result: COMPLEX(4)
DACOS	DACOS (x). Returns double-precision arc cosine of x in radians between 0 and pi.	x : REAL(8) result: REAL(8)
DACOSD	DACOSD (x). Returns the arc cosine of x in degrees between 0 and 180. When DACOSD is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : REAL(8) result: REAL(8)
DASIN	DASIN (x). Returns double-precision arc sine of x in radians between $\pm\pi/2$.	x : REAL(8) result: REAL(8)
DASIND	DASIND (x). Returns double-precision arc sine of x in degrees between $\pm 90^\circ$.	x : REAL(8) result: REAL(8)
DATAN	DATAN (x). Returns double-precision arc tangent of x in radians between $\pm\pi/2$.	x : REAL(8) result: REAL(8)
DATAND	DATAND (x). Returns double-precision arc tangent of x in degrees between $\pm 90^\circ$.	x : REAL(8) result: REAL(8)
DATAN2	DATAN2 (y, x). Returns double-precision arc tangent of y/x in radians between $\pm\pi$.	y : REAL(8) x : REAL(8) result: REAL(8)
DATAN2D	DATAN2D (y, x). Returns double-precision arc tangent of y/x in degrees between $\pm 180^\circ$.	y : REAL(8) x : REAL(8) result: REAL(8)
DCOS	DCOS (x). Returns double-precision cosine of x in radians.	x : REAL(8) result: REAL(8)

<u>DCOSD</u>	DCOSD (x). Returns double-precision cosine of x in degrees.	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DCOSH</u>	DCOSH (x). Returns double-precision hyperbolic cosine of x .	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DCOTAN</u>	DCOTAN (x). Returns double-precision cotangent of x .	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DEXP</u>	DEXP (x). Returns double-precision value of e^{**x}	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DLOG</u>	DLOG (x). Returns double-precision natural log of x .	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DLOG10</u>	DLOG10 (x). Returns double-precision common log (base 10) of x .	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DSIN</u>	DSIN (x). Returns double-precision sin of x in radians.	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DSIND</u>	DSIND (x). Returns double-precision sin of x in degrees.	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DSINH</u>	DSINH (x). Returns double-precision hyperbolic sine of x .	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DSQRT</u>	DSQRT (x). Returns double-precision square root of x .	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DTAN</u>	DTAN (x). Returns double-precision tangent of x in radians.	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DTAND</u>	DTAND (x). Returns double-precision tangent of x in degrees.	x : REAL(8) result: REAL(8)
<u>DTANH</u>	DTANH (x). Returns double-precision hyperbolic tangent of x .	x : REAL(8)

		result: REAL(8)
<u>EXP</u>	EXP (x). Returns value of $e^{**}x$. When EXP is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real or Complex result: same type as x
<u>LOG</u>	LOG (x) Returns the natural log of x .	x : Real or Complex result: same type as x
<u>LOG10</u>	LOG10 (x). Returns the common log (base 10) of x .	x : Real result: same type as x
	SIN (x). Returns the sine of x radians. When SIN is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real or Complex result: same type as x
<u>SIND</u>	SIND (x). Returns the sine of x degrees. When SIND is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
<u>SINH</u>	SINH (x). Returns the hyperbolic sine of x . When SINH is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
<u>SQRT</u>	SQRT (x). Returns the square root of x . When SQRT is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real or Complex result: same type as x
<u>TAN</u>	TAN (x). Returns the tangent of x radians. When TAN is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
<u>TAND</u>	TAND (x). Returns the tangent of x degrees. When TAND is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x
<u>TANH</u>	TANH (x). Returns the hyperbolic tangent of x . When TANH is passed as an argument, x must be REAL(4).	x : Real result: same type as x

ضمیمه 2: برنامه ها

برنامه 1: محاسبه ب.م.م دو عدد

```
PROGRAM GreatestCommonDivisor
  IMPLICIT NONE

  INTEGER    :: a, b, c

  WRITE(*,*) 'Two positive integers please --> '
  READ(*,*) a, b
  IF (a < b) THEN          ! since a >= b must be true, they
    c = a                  ! are swapped if a < b
    a = b
    b = c
  END IF

  DO                      ! now we have a <= b
    c = MOD(a, b)         ! compute c, the remainder
    IF (c == 0) EXIT      ! if c is zero, we are done. GCD = b
    a = b                 ! otherwise, b becomes a
    b = c                 ! and c becomes b
  END DO                  ! go back

  WRITE(*,*) 'The GCD is ', b

END PROGRAM GreatestCommonDivisor
```

برنامه 2: محاسبه جذر یک عدد از طریق رابطه نیوتن

```
PROGRAM SquareRoot
  IMPLICIT NONE
  REAL    :: Input, X, NewX, Tolerance
  INTEGER :: Count
  READ(*,*) Input, Tolerance
  Count = 0
  X = Input
  DO
    Count = Count + 1
    NewX = 0.5*(X + Input/X)
    IF (ABS(X - NewX) < Tolerance) EXIT
    X = NewX
  END DO
  WRITE(*,*) 'After ', Count, ' iterations:'
  WRITE(*,*) ' The estimated square root is ', NewX
  WRITE(*,*) ' The square root from SQRT() is ', SQRT(Input)
  WRITE(*,*) ' Absolute error = ', ABS(SQRT(Input) - NewX)

END PROGRAM SquareRoot
```

برنامه 3: یافتن تمامی عوامل اول یک عدد

```
PROGRAM Factorize
  IMPLICIT NONE

  INTEGER :: Input
  INTEGER :: Divisor
```

```

INTEGER    :: Count

WRITE(*,*) 'This program factorizes any integer >= 2 --> '
READ(*,*)  Input

Count = 0
DO
  IF (MOD(Input,2) /= 0 .OR. Input == 1) EXIT
  Count = Count + 1
  WRITE(*,*) 'Factor # ', Count, ': ', 2
  Input = Input / 2
END DO

Divisor = 3
DO
  IF (Divisor > Input) EXIT
  DO
    IF (MOD(Input,Divisor) /= 0 .OR. Input == 1) EXIT
    Count = Count + 1
    WRITE(*,*) 'Factor # ', Count, ': ', Divisor
    Input = Input / Divisor
  END DO
  Divisor = Divisor + 2
END DO

END PROGRAM Factorize

```

برنامه 4: نمایش مثلث بالایی یک ماتریس 10 در 10

```

PROGRAM UpperTriangularMatrix
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: SIZE = 10
  INTEGER, DIMENSION(1:SIZE,1:SIZE) :: Matrix
  INTEGER :: Number
  INTEGER :: Position
  INTEGER :: i, j
  CHARACTER(LEN=100) :: Format

  READ(*,"(I5)") Number
  DO i = 1, Number
    READ(*,"(10I5)") (Matrix(i,j), j = 1, Number)
  END DO

  WRITE(*,"(1X,A)") "Input Matrix:"
  DO i = 1, Number
    WRITE(*,"(1X,10I5)") (Matrix(i,j), j = 1, Number)
  END DO

  WRITE(*,"(/1X,A)") "Upper Triangular Part:"
  Position = 2
  DO i = 1, Number
    WRITE(Format,"(A,I2.2,A)") "(T", Position, ", 10I5)"
    WRITE(*,Format) (Matrix(i,j), j = i, Number)
    Position = Position + 5
  END DO
END PROGRAM UpperTriangularMatrix

```

برنامه 5: چاپ جدول ضرب

```

PROGRAM Multiplication_Table
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: MAX = 9
  INTEGER              :: i, j
  CHARACTER(LEN=80)   :: FORMAT

  FORMAT = "(9(2X, I1, A, I1, A, I2))"
  DO i = 1, MAX
    WRITE(*,FORMAT) (i, '*', j, '=', i*j, j = 1, MAX)
  END DO
END PROGRAM Multiplication_Table

```

برنامه 6: مرتب کردن داده ها

```

PROGRAM Sorting
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: MAX_SIZE = 100
  INTEGER, DIMENSION(1:MAX_SIZE) :: InputData
  INTEGER              :: ActualSize
  INTEGER              :: i

  READ(*,*) ActualSize, (InputData(i), i = 1, ActualSize)
  WRITE(*,*) "Input Array:"
  WRITE(*,*) (InputData(i), i = 1, ActualSize)

  CALL Sort(InputData, ActualSize)

  WRITE(*,*)
  WRITE(*,*) "Sorted Array:"
  WRITE(*,*) (InputData(i), i = 1, ActualSize)

```

CONTAINS

```

INTEGER FUNCTION FindMinimum(x, Start, End)
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, DIMENSION(1:), INTENT(IN) :: x
  INTEGER, INTENT(IN)                :: Start, End
  INTEGER                             :: Minimum
  INTEGER                             :: Location
  INTEGER                             :: i

```

```

  Minimum = x(Start)
  Location = Start
  DO i = Start+1, End
    IF (x(i) < Minimum) THEN
      Minimum = x(i)
      Location = i
    END IF
  END DO
  FindMinimum = Location
END FUNCTION FindMinimum

```

```

SUBROUTINE Swap(a, b)
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT(INOUT) :: a, b
  INTEGER                :: Temp

```

```

  Temp = a

```

```

    a    = b
    b    = Temp
END SUBROUTINE  Swap

SUBROUTINE  Sort(x, Size)
  IMPLICIT  NONE
  INTEGER, DIMENSION(1:), INTENT(INOUT) :: x
  INTEGER, INTENT(IN)                    :: Size
  INTEGER                                     :: i
  INTEGER                                     :: Location

  DO i = 1, Size-1
    Location = FindMinimum(x, i, Size)
    CALL  Swap(x(i), x(Location))    !
  END DO
END SUBROUTINE  Sort

END PROGRAM  Sorting

```

برنامه 7: محاسبه اعداد آرمسترانگ سه رقمی

```

PROGRAM  ArmstrongNumber
  IMPLICIT  NONE

  INTEGER :: a, b, c
  INTEGER :: abc, a3b3c3
  INTEGER :: Count

  Count = 0
  DO a = 0, 9
    DO b = 0, 9
      DO c = 0, 9
        abc    = a*100 + b*10 + c
        a3b3c3 = a**3 + b**3 + c**3
        IF (abc == a3b3c3) THEN
          Count = Count + 1
          WRITE(*,*) 'Armstrong number ', Count, ': ', abc
        END IF
      END DO
    END DO
  END DO

END PROGRAM  ArmstrongNumber

```

برنامه 8: محاسبه تمامی حالات ایجاد 1000 ریالی توسط واحد های پولی

```

integer o
open(2,file="c:\1000.txt",status="replace")
write(2,*) "1000 Rls  500 Rls  200 Rls  100 Rls  50 Rls  10 Rls"
write(2,*) "-----"
do 1 i=0,1                                !1000 rls
  do 1 j=0,2                                !500 rls
    do 1 k=0,5                                !200 rls
      do 1 l=0,10                              !100 rls
        do 1 m=0,20                              !50 rls
          do 1 n=0,50                              !20 rls

```

```

do 1 o=0,100      !10 rls
  if
    (i*1000+j*500+k*200+l*100+m*50+n*20+o*10==1000) then
      write(2,30) i,j,k,l,m,n,o
    end if
1 continue
30 format (3x,I1,10x,I1,9x,I1,9x,I2,7x,I2,7x,I2,6x,I3)
end

```

برنامه 9: محاسبه ماکزیمم و مینی موم اعداد تا زمانی که صفر وارد نشده است .

```

Read *,A
Nmax=A ; Nmin=A
Do
Read *,A
Nmax=Max(A,Nmax) ; Nmin=Min(A,Nmin)
IF (A==0.) Goto 11
End do
11 print *, "Max=",Nmax,"Min=",Nmin
End

```

برنامه 10: تحلیل خریا با اعمال نیروهای عمودی به آن (ساده)

```

real ,allocatable :: f(:, :)
real ,allocatable :: p(:)
real A
integer N
character stat
read *,N,A
allocate(P(n+2))
allocate(f(-1:N+2,N+3))
do i= 1 , n+2
  print *, "Please enter P",i, ":"
  read *,P(i)
  pi=pi+p(i)
end do
Do j= 2,n+2
  mp=mp+p(j)*(j-1)*A/2
end do
t=(n-1)/2
g=floor(T)
c2=mp/(g+1)
c1=-c2+pi
f(1,2)=c1*(1/sin(3.141592/3))
f(1,3)=-f(1,2)*cos(3.141592/3)
f(0,2)=0
f(n+1,n+3)=0
f(n+2,n+1)=0
f(n+2,n+2)=0
do j=2, n+1
  f(j,j+1)=-f(j-1,j)+p(j)
  f(j,j+2)=f(j-2,j)+f(j-1,j)*cos(3.141592/3)-
f(j,j+1)*cos(3.141592/3)
end do
print *, "-----"

print *, "Calculation process completed"
print *, "c1=",C1
print *, "c2=",C2
print *, "=",50/SIN(3.141592/3)

```

```

print *, "Now is the time to Show th information"

1 read *, Nj
print *, "-----"
if (F(nj,nj+2)<0) then
  STAT="T"
else
  STAT="C"
END IF
print *, "F(", Nj, ", ", Nj+2, ")=", ABS(f(NJ,NJ+2)), "(", STAT, ")"

if (F(nj,nj+1)<0) then
  STAT="T"
else
  STAT="C"
END IF
print *, "F(", Nj, ", ", Nj+1, ")=", ABS(f(NJ,NJ+1)), "(", STAT, ")"

if (F(nj-2,nj)<0) then
  STAT="T"
else
  STAT="C"
END IF
print *, "F(", Nj-2, ", ", Nj, ")=", ABS(f(NJ-2,NJ)), "(", STAT, ")"

if (F(nj-1,nj)<0) then
  STAT="T"
else
  STAT="C"
END IF
print *, "F(", Nj-1, ", ", Nj, ")=", ABS(f(NJ-1,NJ)), "(", STAT, ")"

if (P(nj)<0) then
  STAT="T"
else
  STAT="C"
END IF
print *, "P(", Nj, ")=", ABS(P(NJ)), "(", STAT, ")"
goto 1
end

```

برنامه 11: جمع و ضرب دو ماتریس N در N

```

program MAT_Calculation
character c
real , allocatable, dimension(:, :):: A, B, M, S
1 print *, "Please enter the N that belongs to matrices A & B:"
read *, N
allocate (a(N,N))
allocate (B(N,N))
allocate (S(N,N))
allocate (M(N,N))
do i= 1,N
  do J=1,N
    print *, "please enter the ", i, "& ", j, "object of matrices"
    read *, a(i,J)
    read *, b(i,j)
    s(i,j)=a(i,j)+b(i,j)
  end do
end do
end do

```



```

do t= 1 , N
  g=0
  do while (g<N)
    g=g+1
    do j=1,n
      tm=tm+A(t,j)*b(j,g)
    end do
  end do
  m(t,g)=tm
  tm=0
end do
do i=1,n
  WRITE(*,11) (M(i,j), j = 1, n)
end do
print *, "Do you want to do again?"
read *,C
if (c=="N" .or. c=="NO" .or. c=="n" .or. c=="no") goto 12
goto 1
12 end

```

برنامه 12: تشخیص اینکه آیا یک آرایه مقلوب است .

```

PROGRAM Palindrome
  IMPLICIT NONE

  INTEGER, PARAMETER :: LENGTH = 30      ! maximum array size
  INTEGER, DIMENSION(1:LENGTH) :: x      ! the array
  INTEGER              :: Size           ! actual array size (input)
  INTEGER              :: Head           ! pointer moving forward
  INTEGER              :: Tail           ! pointer moving backward
  INTEGER              :: i              ! running index

  READ(*,*) Size, (x(i), i = 1, Size)    ! read in the input array
  WRITE(*,*) "Input array:"              ! display the input
  WRITE(*,*) (x(i), i = 1, Size)

  Head = 1                                ! scan from the beginning
  Tail = Size                              ! scan from the end
  DO                                       ! checking array
    IF (Head >= Tail) EXIT                ! exit if two pointers meet
    IF (x(Head) /= x(Tail)) EXIT          !exit if two elements not equal
    Head = Head + 1                       ! equal. Head moves forward
    Tail = Tail - 1                       ! and Tail moves backward
  END DO                                  ! until done

  WRITE(*,*)
  IF (Head >= Tail) THEN                  ! if Head cross Tail, then we have
    WRITE(*,*) "The input array is a palindrome"
  ELSE
    WRITE(*,*) "The input array is NOT a palindrome"
  END IF

END PROGRAM Palindrome

```

برنامه 13: رسم مثلث بالایی یک ماتریس

```

PROGRAM UpperTriangularMatrix
  IMPLICIT NONE

```

```

INTEGER, PARAMETER          :: SIZE = 10
INTEGER, DIMENSION(1:SIZE,1:SIZE) :: Matrix
INTEGER                      :: Number
INTEGER                      :: Position
INTEGER                      :: I, j
CHARACTER(LEN=100)          :: Format
READ(*,"(I5)") Number
DO i = 1, Number
  READ(*,"(10I5)") (Matrix(i,j), j = 1, Number)
END DO
WRITE(*,"(1X,A)") "Input Matrix:"
DO i = 1, Number
  WRITE(*,"(1X,10I5)") (Matrix(i,j), j = 1, Number)
END DO
WRITE(*,"(/1X,A)") "Upper Triangular Part:"
Position = 2
DO i = 1, Number
  WRITE(Format,"(A,I2.2,A)") "(T", Position, ", 10I5)"
  WRITE(*,Format) (Matrix(i,j), j = i, Number)
  Position = Position + 5
END DO
END PROGRAM UpperTriangularMatrix

```

برنامه 14: تبدیل عدد تاریخ به سال و ماه و روز

```

PROGRAM YYYYMMDDConversion
  IMPLICIT NONE

  INTERFACE                                ! interface block
    SUBROUTINE Conversion(Number, Year, Month, Day)
      INTEGER, INTENT(IN)  :: Number
      INTEGER, INTENT(OUT) :: Year, Month, Day
    END SUBROUTINE Conversion
  END INTERFACE

  INTEGER :: YYYYMMDD, Y, M, D

  DO                                        ! loop until a zero is seen
    WRITE(*,*) "A YYYYMMDD (e.g.,19971027) please (0 to stop)-> "
    READ(*,*) YYYYMMDD                    ! read in the value
    IF (YYYYMMDD == 0) EXIT                ! if 0, then bail out

    CALL Conversion(YYYYMMDD, Y, M, D)     ! do conversation

    WRITE(*,*) "Year = ", Y               ! display results
    WRITE(*,*) "Month = ", M
    WRITE(*,*) "Day = ", D
    WRITE(*,*)
  END DO
END PROGRAM YYYYMMDDConversion

! -----
! SUBROUTINE Conversion():
! This external subroutine takes an integer input Number in the
! form of YYYYMMDD and convert it to Year, Month and Day.
! -----

SUBROUTINE Conversion(Number, Year, Month, Day)
  IMPLICIT NONE

```

```

INTEGER, INTENT(IN)  :: Number
INTEGER, INTENT(OUT) :: Year, Month, Day

Year = Number / 10000
Month = MOD(Number, 10000) / 100
Day = MOD(Number, 100)
END SUBROUTINE Conversion

```

برنامه 15: محاسبه مکان و سرعت پرتابه

$$\begin{aligned}
 x &= ut \cos(a) \\
 y &= ut \sin(a) - \frac{gt^2}{2} \\
 V_x^2 &= u \cos(a) \\
 V_y^2 &= u \sin(a) - gt
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V &= \sqrt{V_x^2 + V_y^2} \\
 \tan(\theta) &= \frac{V_x}{V_y}
 \end{aligned}$$

```

! -----
! Given t, the time since launch, u, the launch velocity, a, the
! initial angle of launch (in degree), and g, the acceleration due to
! gravity, this program computes the position (x and y coordinates)
! and the velocity (magnitude and direction) of a projectile.
! -----

```

```

PROGRAM Projectile
  IMPLICIT NONE

  REAL, PARAMETER :: g = 9.8      ! acceleration due to gravity
  REAL, PARAMETER :: PI = 3.1415926 ! you knew this. didn't you

  REAL :: Angle      ! launch angle in degree
  REAL :: Time       ! time to flight
  REAL :: Theta      ! direction at time in degree
  REAL :: U          ! launch velocity
  REAL :: V          ! resultant velocity
  REAL :: Vx         ! horizontal velocity
  REAL :: Vy         ! vertical velocity
  REAL :: X          ! horizontal displacement
  REAL :: Y          ! vertical displacement

  READ(*,*) Angle, Time, U

  Angle = Angle * PI / 180.0      ! convert to radian
  X = U * COS(Angle) * Time
  Y = U * SIN(Angle) * Time - g*Time*Time / 2.0
  Vx = U * COS(Angle)
  Vy = U * SIN(Angle) - g * Time
  V = SQRT(Vx*Vx + Vy*Vy)
  Theta = ATAN(Vy/Vx) * 180.0 / PI

  WRITE(*,*) 'Horizontal displacement : ', X
  WRITE(*,*) 'Vertical displacement : ', Y

```

```

WRITE(*,*) 'Resultant velocity      : ', V
WRITE(*,*) 'Direction (in degree)   : ', Theta

END PROGRAM Projectile

```

برنامه 16: محاسبه مساحت زیر نمودار تابع داده شده

```

program area

C*****
*
C Compute area under the curve y = x**2 + 1 given user defined
C stop and stepsize
C*****

real start, stop, delta, sum

print *, 'Enter the interval endpoints and number of',
+       ' subintervals:'
read *, start, stop, n

delta = (stop - start) / n      ! INCREMENT SIZE

sum = 0
x = start + delta / 2
print *, x
print *, x, stop, delta
do 10 rcnt = x, stop, delta
    height = rcnt**2+1
    area = height * delta
    sum = sum + area
    print *, height, delta, rcnt, area, sum
10 continue

print *, 'Appx area using ',n,' subintervals is ',sum

stop
end

```

برنامه 17: یافتن داده خاص در بین آرایه ها

```

! -----
! PROGRAM TableLookUp
!   Given an array and a input value, this program can determine if
! the value if in the table.  If it is, the array location where the
! value is stored is returned.
! -----

PROGRAM TableLookUp
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: TableSize = 100
INTEGER, DIMENSION(1:TableSize) :: Table
INTEGER :: ActualSize
INTEGER :: Key
INTEGER :: Location

```

```

INTEGER                :: i
INTEGER                :: end_of_input

READ(*,*) ActualSize      ! read in the actual size and table
READ(*,*) (Table(i), i = 1, ActualSize)
WRITE(*,*) "Input Table:"
WRITE(*,*) (Table(i), i = 1, ActualSize)
WRITE(*,*)
DO                      ! keep reading in a key value
  WRITE(*,*) "A search key please --> "
  READ(*,*,IOSTAT=end_of_input) Key
  IF (end_of_input < 0) EXIT      ! EXIT of end-of-file reached
  Location = LookUp(Table, ActualSize, Key)! do a table look up
  IF (Location > 0) THEN          ! display the search result
    WRITE(*,*) "Key value ", Key, " location ", Location
  ELSE
    WRITE(*,*) "Key value ", Key, " is not found"
  END IF
END DO
WRITE(*,*)
WRITE(*,*) "Table lookup operation completes"

CONTAINS

! -----
! INTEGER FUNCTION LookUp():
! Given an array x() and a key value Data, this function determines
! if Data is a member of x(). If it is, the index where Data can be
! found is returned; otherwise, it returns 0.
! -----

INTEGER FUNCTION LookUp(x, Size, Data)
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, DIMENSION(1:), INTENT(IN) :: x
  INTEGER, INTENT(IN)                :: Size
  INTEGER, INTENT(IN)                :: Data
  INTEGER                             :: i

  LookUp = 0                      ! assume not found
  DO i = 1, Size                  ! check each array element
    IF (x(i) == Data) THEN        ! is it equal to Data?
      LookUp = i                  ! YES, found. Record location
      EXIT                        ! and bail out
    END IF
  END DO
END FUNCTION LookUp

END PROGRAM TableLookUp

```

برنامه 18: رسم نمودار میله ای

```

PROGRAM VerticalBarChart
  IMPLICIT NONE
  CHARACTER(LEN=*), PARAMETER :: Part1 = "(1X, I5, A,"
  CHARACTER(LEN=*), PARAMETER :: Part2 = "A, A, I2, A)"
  CHARACTER(LEN=2)             :: Repetition
  CHARACTER(LEN=10), PARAMETER :: InputFormat = "(I5/(5I5))"
  INTEGER                      :: Number, i, j

```

```

INTEGER, DIMENSION(1:100)    :: Data

READ(*,InputFormat)  Number, (Data(i), i=1, Number)
DO i = 1, Number
  IF (Data(i) /= 0) THEN
    WRITE(Repetition,"(I2)")  Data(i)
    WRITE(*,Part1 // Repetition // Part2)  Data(i), " |", &
(" ", j=1,Data(i)), " (", Data(i), ")"
  ELSE
    WRITE(*,"(1X, I5, A, I2, A)")  Data(i), " | (", Data(i)&
, ")"
  END IF
END DO
END PROGRAM VerticalBarChart

```

برنامه 19: نمایش ساعت و تاریخ

```

PROGRAM CLOCK
! Program asking the computer for date and time
IMPLICIT NONE
CHARACTER (LEN=8) DATE           ! date in format ccyyymmdd
CHARACTER (LEN=10) TIME          ! time in format hhmmss.sss
CHARACTER (LEN=5) ZONE           ! time zone (rel to UTC) as Shhmm
INTEGER VALUES(8)              ! year, month, day, mins from UTC,
                                ! hours, min, sec, msec
CHARACTER (LEN=8) TIMESTRING     ! time in the format hh:mm:ss
CHARACTER (LEN=10) DATESTRING    ! date in the format dd-mm-yyyy
                                ! Ask the system for the date and time
CALL DATE_AND_TIME( DATE, TIME, ZONE, VALUES )
                                ! Convert to desired format
TIMESTRING = TIME( 1:2 ) // ':' // TIME( 3:4 ) // ':' // TIME( 5:6 )
DATESTRING = DATE( 7:8 ) // '-' // DATE( 5:6 ) // '-' // DATE( 1:4 )
                                ! Output the desired time and date
PRINT *, 'It is ', TIMESTRING, ' on ', DATESTRING
END PROGRAM CLOCK

```

برنامه 20: جدول زوایا و روابط مثلثاتی آنها

```

PROGRAM TRIG_TABLE
! Compiles a table of SIN, COS, TAN against angle in DEGREES
IMPLICIT NONE
INTEGER DEG ! angle in degrees
REAL RAD ! angle in radians
REAL PI ! mathematical pi
CHARACTER (LEN=*), PARAMETER :: FMTHEAD = '( 1X, A3, 3( 2X, A7 ) )'
CHARACTER (LEN=*), PARAMETER :: FMTDATA = '( 1X, I3, 3( 2X, F7.4 ) )'
! formats for headings and data
PI = 4.0 * ATAN( 1.0 )
WRITE ( *, FMTHEAD ) 'Deg', 'Sin', 'Cos', 'Tan'
DO DEG = 0, 80, 10
  RAD = DEG * PI / 180.0
  WRITE ( *, FMTDATA ) DEG, SIN( RAD ), COS( RAD ), TAN( RAD )
END DO
END PROGRAM TRIG_TABLE

```

برنامه 21: برنامه جدول توانی

```

PROGRAM EXPTABLE
! Program tabulates EXP(X)
IMPLICIT NONE
INTEGER :: NSTEP = 15 ! number of steps
REAL :: XMIN = 0.0, XMAX = 3.0 ! interval limits
REAL DELTAX ! step size
REAL X ! current X value
INTEGER I ! a counter
! Format specifiers
CHARACTER (LEN=*), PARAMETER :: FMT1 = '( 1X, A4 , 2X, A10 )'
CHARACTER (LEN=*), PARAMETER :: FMT2 = '( 1X, F4.2, 2X, 1PE10.3 )'
DELTAX = ( XMAX - XMIN ) / NSTEP ! calculate step size
WRITE ( *, FMT1 ) 'X', 'EXP' ! write headers
DO I = 0, NSTEP
X = XMIN + I * DELTAX ! set X value
WRITE ( *, FMT2 ) X, EXP( X ) ! write data
END DO
END PROGRAM EXPTABLE

```

برنامه 22: برنامه آنالیز یک متن

```

PROGRAM ANALYSE_TEXT
IMPLICIT NONE
INTEGER :: IO = 0 ! holds i/o status
INTEGER :: NLETTERS = 0 ! number of letters read
INTEGER :: NWORDS = 0 ! number of words read
CHARACTER CH, LAST_CH ! successive characters
CHARACTER (LEN=*), PARAMETER :: ALPHABET = &
'ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZabcdefghijklmnopqrstuvwxyz'
CHARACTER, PARAMETER :: SPACE=' '
LAST_CH = SPACE
! Open the text file
OPEN ( 10, FILE = 'text.dat' )
! Read characters one-by-one until end of file is reached
DO WHILE ( IO /= -1 ) ! IO=-1 means EOF
! Read one character
READ ( 10, '( A1 )', IOSTAT = IO, ADVANCE = 'NO' ) CH
IF ( IO == 0 ) THEN ! a character has been read
PRINT *, 'Character = ', CH
! Is it a new word?
IF ( LAST_CH == SPACE .AND. CH /= SPACE ) NWORDS = NWORDS + 1
! Is it a letter of the alphabet or something else?
IF ( INDEX( ALPHABET, CH ) /= 0 ) NLETTERS = NLETTERS + 1
LAST_CH = CH ! update last character
ELSE ! end of line or end of file
PRINT *, 'IO = ', IO
LAST_CH = SPACE
END IF
END DO
! Close the text file
CLOSE (10)
! Output the analysis
PRINT *, 'Number of letters = ', NLETTERS
PRINT *, 'Number of words = ', NWORDS
END PROGRAM ANALYSE_TEXT

```

برنامه 23: تبدیل مختصات کارتزین به قطبی

```

PROGRAM COORDINATES
! Program to convert from Cartesian to polar coordinates
IMPLICIT NONE

```

```

EXTERNAL POLARS
REAL X, Y
REAL R, THETA
PRINT *, 'Input coordinates X and Y'
READ *, X, Y
CALL POLARS( X, Y, R, THETA )
PRINT *, 'R, THETA =', R, THETA
END PROGRAM COORDINATES
!=====
SUBROUTINE POLARS( X, Y, R, THETA )
! Subroutine transforming input (X, Y) to output (R, THETA)
IMPLICIT NONE
REAL, INTENT(IN) :: X, Y ! cartesian coordinates (input)
REAL, INTENT(OUT) :: R, THETA ! polar coordinates (output)
REAL, PARAMETER :: PI = 3.141593 ! the constant pi
R = SQRT( X ** 2 + Y ** 2 ) ! radius
THETA = ATAN2( Y, X ) ! inverse tangent between -pi and pi
IF ( THETA < 0.0 ) THETA = THETA + 2.0 * PI
! angle between 0 and 2 pi
THETA = THETA * 180.0 / PI ! convert to degrees
END SUBROUTINE POLARS

```

برنامه 24: جابجایی مقدار متغیرها با یکدیگر

```

PROGRAM EXAMPLE
! Program to swap two numbers
IMPLICIT NONE
EXTERNAL SWAP
INTEGER I, J
PRINT *, 'Input integers I and J'
READ *, I, J
CALL SWAP( I, J )
PRINT *, 'Swapped numbers are ', I, J
END PROGRAM EXAMPLE
!=====
SUBROUTINE SWAP( M, N )
IMPLICIT NONE
INTEGER M, N ! numbers to be swapped
INTEGER TEMP ! temporary storage
TEMP = M ! store number before changing it
M = N
N = TEMP
END SUBROUTINE SWAP

```

برنامه 25: نمایش نام دانشجویانی که معدلشان بین دو نمره داده شده است .

```

PROGRAM Student_Average
INTEGER N
REAL , ALLOCATABLE :: Score(:)
REAL Min,MAX
CHARACTER , ALLOCATABLE,DIMENSION(:) :: Name(:)*20
PRINT *, "Please enter the number of students :"
READ (*,"(I)") N
ALLOCATE(Score(N))
ALLOCATE(Name(N))
DO I= 1 , N
    PRINT *, "Enter the name of the student number ",I
    READ (*,"(A20)") Name(I)

```



```

        PRINT *, "Enter the score of the student number ", I
        READ (*, "(F5.2)") Score(I)

    END DO
    PRINT *, "Please enter the min & max score "
    READ (*, "(F5.2,F5.2)") Min, Max
    IF (Min > Max) THEN
        A = Max
        Max = Min
        Min = A
    END IF
    DO J = 1, N
        IF (Score(J) >= Min .AND. Score(J) <= Max ) THEN
            PRINT "(A20,F5.2)" , Name(J), Score(J)
        END IF
    END DO
END PROGRAM Student_Average

```

برنامه 26: محاسبه مساحت مثلث

```

program Triangle
real a, b, c
print *, 'Enter the lengths of the three sides of the triangle'
read *, a, b, c
print *, 'Triangle's area: ', triangleArea( a, b, c )
contains
function triangleArea( a, b, c )
real triangleArea
real, intent( in ) :: a, b, c
real theta
real height
theta = acos( ( a**2 + b**2 - c**2 ) / ( 2.0 * a * b ) )
height = a * sin( theta )
triangleArea = 0.5 * b * height
end function triangleArea
end program Triangle

```

برنامه 27: محاسبه میانگین، واریانس و انحراف از معیار

```

PROGRAM EXAMPLE
! Program computes mean, variance and standard deviation
IMPLICIT NONE
EXTERNAL STATS ! subroutine to be used
INTEGER NVAL ! number of values
REAL, ALLOCATABLE :: X(:) ! data values
REAL MEAN, VARIANCE, STANDARD_DEVIATION ! statistics
INTEGER N ! a counter
! Open data file
OPEN ( 10, FILE = 'stats.dat' )
! Read the number of points and set aside enough memory
READ ( 10, * ) NVAL
ALLOCATE ( X(NVAL) )
! Read data values
READ ( 10, * ) ( X(N), N = 1, NVAL )
CLOSE ( 10 )
! Compute statistics
CALL STATS( NVAL, X, MEAN, VARIANCE, STANDARD_DEVIATION )

```

```

! Output results
PRINT *, 'Mean = ', MEAN
PRINT *, 'Variance = ', VARIANCE
PRINT *, 'Standard deviation = ', STANDARD_DEVIATION
! Recover computer memory
DEALLOCATE ( X )
END PROGRAM EXAMPLE
!=====
SUBROUTINE STATS( N, X, M, VAR, SD )
! This works out the sample mean, variance and standard deviation
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT(IN) :: N ! array size
REAL, INTENT(IN) :: X(N) ! data values
REAL, INTENT(OUT) :: M, VAR, SD ! statistics
! Calculate statistics using array operation SUM
M = SUM( X ) / N ! mean
VAR = SUM( X * X ) / N - M ** 2 ! variance
SD = SQRT( VAR ) ! standard deviation
END SUBROUTINE STATS

```

برنامه 28: یافتن ریشه های معادله بوسیله روش نصف کردن

$$f(x) = \sqrt{\frac{\pi}{2}} e^{ax} + \frac{x}{a^2 + x^2} \quad a = 0.8475$$

```

! -----
! This program solves equations with the Bisection Method. Given
! a function f(x) = 0. The bisection method starts with two values,
! a and b such that f(a) and f(b) have opposite signs. That is,
! f(a)*f(b) < 0. Then, it is guaranteed that f(x)=0 has a root in
! the range of a and b. This program reads in a and b (Left and
! Right
! in this program) and find the root in [a,b].
! In the following, function f() is REAL FUNCTION Funct() and
! solve() is the function for solving the equation.
! -----

```

```

PROGRAM Bisection
  IMPLICIT NONE

  REAL, PARAMETER :: Tolerance = 0.00001
  REAL              :: Left, fLeft
  REAL              :: Right, fRight
  REAL              :: Root

  WRITE(*,*) 'This program can solves equation F(x) = 0'
  WRITE(*,*) 'Please enter two values Left and Right such that '
  WRITE(*,*) 'F(Left) and F(Right) have opposite signs.'
  WRITE(*,*)
  WRITE(*,*) 'Left and Right please --> '
  READ(*,*) Left, Right ! read in Left and Right

  fLeft = Funct(Left) ! compute their function values
  fRight = Funct(Right)
  WRITE(*,*)
  WRITE(*,*) 'Left = ', Left, ' f(Left) = ', fLeft

```

```

WRITE(*,*) 'Right = ', Right, ' f(Right) = ', fRight
WRITE(*,*)
IF (fLeft*fRight > 0.0) THEN
  WRITE(*,*) '*** ERROR: f(Left)*f(Right) must be negative ***'
ELSE
  Root = Solve(Left, Right, Tolerance)
  WRITE(*,*) 'A root is ', Root
END IF

```

CONTAINS

```

! -----
! REAL FUNCTION  Funct()
!   This is for function f(x).  It takes a REAL formal argument and
! returns the value of f() at x.  The following is sample function
! with a root in the range of -10.0 and 0.0.  You can change the
! expression with your own function.
! -----

```

```

REAL FUNCTION  Funct(x)
  IMPLICIT  NONE
  REAL, INTENT(IN)  :: x
  REAL, PARAMETER  :: PI = 3.1415926
  REAL, PARAMETER  :: a  = 0.8475

  Funct = SQRT(PI/2.0)*EXP(a*x) + x/(a*a + x*x)

END FUNCTION  Funct

```

```

! -----
! REAL FUNCTION  Solve()
!   This function takes Left - the left end, Right - the right end,
! and Tolerance - a tolerance value such that f(Left)*f(Right) < 0
! and find a root in the range of Left and Right.
!   This function works as follows.  Because of INTENT(IN), this
! function cannot change the values of Left and Right and therefore
! the values of Left and Right are saved to a and b.
!   Then, the middle point c=(a+b)/2 and its function value f(c)
! is computed.  If f(a)*f(c) < 0, then a root is in [a,c]; otherwise,
! a root is in [c,b].  In the former case, replacing b and f(b) with
! c and f(c), we still maintain that a root in [a,b].  In the latter,
! replacing a and f(a) with c and f(c) will keep a root in [a,b].
! This process will continue until |f(c)| is less than Tolerance and
! hence c can be considered as a root.
! -----

```

```

REAL FUNCTION  Solve(Left, Right, Tolerance)
  IMPLICIT  NONE
  REAL, INTENT(IN)  :: Left, Right, Tolerance
  REAL              :: a, Fa, b, Fb, c, Fc

  a = Left              ! save Left and Right
  b = Right

  Fa = Funct(a)         ! compute the function values
  Fb = Funct(b)
  IF (ABS(Fa) < Tolerance) THEN ! if f(a) is already small
    Solve = a          ! then a is a root
  ELSE IF (ABS(Fb) < Tolerance) THEN ! is f(b) is small
    Solve = b          ! then b is a root
  ELSE
    Solve = c          ! otherwise,

```

```

DO                                ! iterate ....
  c = (a + b)/2.0                 ! compute the middle point
  Fc = Funct(c)                   ! and its function value
  IF (ABS(Fc) < Tolerance) THEN   ! is it very small?
    Solve = c                     ! yes, c is a root
    EXIT
  ELSE IF (Fa*Fc < 0.0) THEN      ! do f(a)*f(c) < 0 ?
    b = c                         ! replace b with c
    Fb = Fc                       ! and f(b) with f(c)
  ELSE                            ! then f(c)*f(b) < 0 holds
    a = c                         ! replace a with c
    Fa = Fc                       ! and f(a) with f(c)
  END IF
END DO                             ! go back and do it again
END IF
END FUNCTION Solve
END PROGRAM Bisection

```

برنامه 29: مربع جادویی

```

! This program prints a magic squares array, an n by n matrix in
! each integer 1, 2, ..., n*n appears exactly once and all columns,
! rows, and diagonals sum to the same number.
! Here is the result of a sample run:

```

```

! Order of magic squares matrix? 7
!   30  39  48   1  10  19  28
!   38  47   7   9  18  27  29
!   46   6   8  17  26  35  37
!    5  14  16  25  34  36  45
!   13  15  24  33  42  44   4
!   21  23  32  41  43   3  12
!   22  31  40  49   2  11  20

```

```

module stdtypes

```

```

! symbolic name for kind type of 4 byte integers

```

```

integer, parameter, public :: i4 = selected_int_kind (9)

```

```

! one-byte storage of logical values. if unavailable, use default
! logical by uncommenting default logical definition above.

```

```

integer (kind = i4), parameter, public :: lg = 1_i4

```

```

end module stdtypes

```

```

module indexCheckM
  use stdtypes

```

```

  private
  public :: indexChecker

```

```

contains

```

```

  function indexChecker (row, col, rowdim, coldim) result(indexCheck)

```

```

integer (kind = i4), intent (in) :: row, col, rowdim, coldim
logical (kind = lg) :: indexCheck
if (row >= 1 .and. row <= rowdim .and. col >= 1 .and. col <=
coldim) then
    indexCheck = .true.
else
    indexCheck = .false.
end if
end function indexChecker

end module indexCheckM

program magicSquares

use stdtypes
use indexCheckM

integer (kind = i4) :: matrixOrder, ios
integer (kind = i4), dimension (:,:), pointer :: matrix
integer (kind = i4) :: row, col, prow, pcol, k
character (len = 32) :: rowformat

write (unit = *, fmt = "(a)", iostat = ios, advance = "no") &
    "Order of magic squares matrix? "
read (unit = *, fmt = *, iostat = ios) matrixOrder

if (modulo(matrixOrder, 2) == 0) then
    print *, "Order of magic square matrix must be odd"
    stop
end if

allocate(matrix(matrixOrder, matrixOrder))
matrix = 0

row = 1
col = (matrixOrder - 1)/2 + 1
matrix(row, col) = 1

do k = 2, matrixOrder*matrixOrder
    prow = row - 1
    pcol = col + 1
    if (indexChecker(prow, pcol, matrixOrder, matrixOrder)) then
        if (matrix(prow, pcol) == 0) then
            row = prow
            col = pcol
        else
            row = row + 1
        end if
    else if (prow < 1 .and. indexChecker(1, pcol, matrixOrder,
matrixOrder)) then
        row = matrixOrder
        col = pcol
    else if (indexChecker(prow, 1, matrixOrder, matrixOrder) .and.
pcol > matrixOrder) then
        row = prow
        col = 1
    else if (prow == 0 .and. pcol == matrixOrder + 1) then
        row = row + 1
    end if
    matrix(row, col) = k
end do

```

```

    write (unit = rowformat, fmt = "(i16)", iostat = ios)
matrixOrder*matrixOrder
    k = len_trim(adjustl(rowformat)) + 3
    write (unit = rowformat, fmt = "(a1, i4, a1, i2, a1)", iostat =
ios) &
        "(, matrixOrder, "I", k, ")")

    do k = 1, matrixOrder
        write (unit = *, fmt = rowformat, iostat = ios) matrix(k,
1:matrixOrder)
    end do

end program magicSquares

```

برنامه 30: نمایش تفاوت داده ها

```

c -----
c Show how the same set of bits can be interpreted differently
c types of variables
c Instructor: Nam Sun Wang
c -----
    character a*4
    integer*2 i2
    real*8 x8
    complex complx
    logical logic
    equivalence (a, i2, i4, x4, x8, complx, logic)

c A "magic" number in decimal, hexadecimal, and binary notation
c i4 = 1735287127
c i4 = #676E6157
c i4 = 2#01100111011011100110000101010111

    print *, 'Interpretation of 01100111011011100110000101010111'
    print *, 'As a character: ', a
    print *, 'As a 2-byte integer: ', i2
    print *, 'As a 4-byte integer: ', i4
    print *, 'As a 4-byte real: ', x4
    print *, 'As a 8-byte real: ', x8
    print *, 'As a 8-byte complex: ', complx
    print *, 'As a 4-byte logical: ', logic

end

```

مثالهای آنالیز عددی

برنامه 1: یافتن ریشه های معادله به کمک روش نصف کردن

```

PROGRAM BISECTION
!
! This program uses the bisection method to find the root of
! f(x)=exp(x)*ln(x)-x*x=0.

```

```

IMPLICIT NONE
INTEGER :: ISTEP
REAL :: A,B,DL,DX,X0,X1,F,FX
!
DL = 1.0E-06
A = 1.0
B = 2.0
DX = B - A
ISTEP = 0
DO WHILE (ABS(DX).GT.DL)
  X0 = (A+B)/2.0
  IF ((FX(A)*FX(X0)).LT.0) THEN
    B = X0
    DX = B-A
  ELSE
    A = X0
    DX = B-A
  END IF
  ISTEP = ISTEP+1
END DO
WRITE (6,"(I4,2F16.8)") ISTEP,X0,DX
END PROGRAM BISECTION
!
FUNCTION FX(X) RESULT (F)
IMPLICIT NONE
REAL :: F
REAL, INTENT (IN) :: X
!
F = EXP(X)*ALOG(X)-X*X
END FUNCTION FX

```

برنامه 2: یافتن ریشه های معادله به کمک روش نیوتن

```

PROGRAM NEWTON
!
! This program uses the Newton method to find the root of
! f(x)=exp(x)*ln(x)-x*x=0.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER :: ISTEP
REAL :: A,B,DL,DX,X0,X1,F,FX,DF,DFX
!
DL = 1.0E-06
A = 1.0
B = 2.0
DX = B-A
X0 = (A+B)/2.0
ISTEP = 0
DO WHILE (ABS(DX).GT.DL)
  X1 = X0-FX(X0)/DFX(X0)
  DX = X1-X0
  X0 = X1
  ISTEP = ISTEP+1
END DO
WRITE (6,"(I4,2F16.8)") ISTEP,X0,DX
END PROGRAM NEWTON
!
FUNCTION FX(X) RESULT (F)
IMPLICIT NONE

```

```

REAL :: F
REAL, INTENT (IN) :: X
!
F = EXP(X)*ALOG(X)-X*X
END FUNCTION FX
!
FUNCTION DFX (X) RESULT (DF)
IMPLICIT NONE
REAL :: DF
REAL, INTENT (IN) :: X
!
DF = EXP(X)*(ALOG(X)+1.0/X)-2.0*X
END FUNCTION DFX

```

برنامه 3: یافتن ریشه های معادله به کمک روش سکانت

```

PROGRAM ROOT
!
! Main program to use the Secant Method to find the root of
! f(x)=exp(x)*ln(x)-x*x=0.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER :: ISTEP
REAL :: A,B,DL,DX,X0
!
DL = 1.0E-06
A = 1.0
B = 2.0
DX = (B-A)/10.0
X0 = (A+B)/2.0
CALL SECANT (DL,X0,DX,ISTEP)

WRITE (6,"(I4,2F16.8)") ISTEP,X0,DX
END PROGRAM ROOT
!
SUBROUTINE SECANT (DL,X0,DX,ISTEP)
!
! Subroutine for the root of f(x)=0 with the secant method.

IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (INOUT) :: ISTEP
REAL, INTENT (INOUT) :: X0,DX
REAL :: X1,X2,D,F,FX
REAL, INTENT (IN) :: DL
!
ISTEP = 0
X1 = X0+DX
DO WHILE (ABS(DX).GT.DL)
D = FX(X1)-FX(X0)
X2 = X1-FX(X1)*(X1-X0)/D
X0 = X1
X1 = X2
DX = X1-X0
ISTEP = ISTEP+1
END DO
END SUBROUTINE SECANT
!
FUNCTION FX(X) RESULT (F)
IMPLICIT NONE

```



```

REAL :: F
REAL, INTENT (IN) :: X
!
F = EXP(X)*ALOG(X)-X*X
END FUNCTION FX

```

برنامه 4: محاسبه انتگرال به روش سیمپسون

```

PROGRAM INTEGRAL
!
! Main program for evaluation of an integral with integrand
! sin(x) in the region of [0,pi/2].

IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=9
INTEGER :: I
REAL :: PI,H,S
REAL, DIMENSION (N) :: X,F
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
H = PI/(2*(N-1))
DO I = 1, N
  X(I) = H*(I-1)
  F(I) = SIN(X(I))
END DO
CALL SIMP (N,H,F,S)
WRITE (6, "(F16.8)") S
END PROGRAM INTEGRAL
!
SUBROUTINE SIMP (N,H,FI,S)
!
! Subroutine for integration over f(x) with the Simpson rule.  FI:
! integrand f(x); H: interval; S: integral.

IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I
REAL, INTENT (IN) :: H
REAL :: S0,S1,S2
REAL, INTENT (OUT) :: S
REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FI
!
S = 0.0
S0 = 0.0
S1 = 0.0
S2 = 0.0
DO I = 2, N-1, 2
  S1 = S1+FI(I-1)
  S0 = S0+FI(I)
  S2 = S2+FI(I+1)
END DO
S = H*(S1+4.0*S0+S2)/3.0
!
! If N is even, add the last slice separately
!
IF (MOD(N,2).EQ.0) S = S &
  +H*(5.0*FI(N)+8.0*FI(N-1)-FI(N-2))/12.0
END SUBROUTINE SIMP

```

```

SUBROUTINE DTRM (A,N,D,INDX)
!
! Subroutine for evaluating the determinant of a matrix using
! the partial-pivoting Gaussian elimination scheme.

    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I,J,MSGN
    INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
    REAL, INTENT (OUT) :: D
    REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N,N) :: A
!
    CALL ELGS(A,N,INDX)
!
    D = 1.0
    DO I = 1, N
        D = D*A(INDX(I),I)
    END DO
!
    MSGN = 1
    DO I = 1, N
        DO WHILE (I.NE.INDX(I))
            MSGN = -MSGN
            J = INDX(I)
            INDX(I) = INDX(J)
            INDX(J) = J
        END DO
    END DO
    D = MSGN*D
END SUBROUTINE DTRM
!
SUBROUTINE ELGS (A,N,INDX)
!
! Subroutine to perform the partial-pivoting Gaussian elimination.
! A(N,N) is the original matrix in the input and transformed matrix
! plus the pivoting element ratios below the diagonal in the output.
! INDX(N) records the pivoting order.
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I,J,K,ITMP
    INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
    REAL :: C1,PI,PI1,PJ
    REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N,N) :: A
    REAL, DIMENSION (N) :: C
!
! Initialize the index
!
    DO I = 1, N
        INDX(I) = I
    END DO
!
! Find the rescaling factors, one from each row
!
    DO I = 1, N
        C1= 0.0
        DO J = 1, N

```

```

        C1 = AMAX1(C1,ABS(A(I,J)))
    END DO
    C(I) = C1
END DO
!
! Search the pivoting (largest) element from each column
!
DO J = 1, N-1
    P11 = 0.0
    DO I = J, N
        PI = ABS(A(INDX(I),J))/C(INDX(I))
        IF (PI.GT.P11) THEN
            P11 = PI
            K = I
        ENDIF
    END DO
!
! Interchange the rows via INDX(N) to record pivoting order
!
    ITMP = INDX(J)
    INDX(J) = INDX(K)
    INDX(K) = ITMP
    DO I = J+1, N
        PJ = A(INDX(I),J)/A(INDX(J),J)
!
! Record pivoting ratios below the diagonal
!
        A(INDX(I),J) = PJ
!
! Modify other elements accordingly
!
        DO K = J+1, N
            A(INDX(I),K) = A(INDX(I),K)-PJ*A(INDX(J),K)
        END DO
    END DO
END DO
!
END SUBROUTINE ELGS

```

برنامه 6: حل معادلات خطی

```

PROGRAM EX43
! An example of solving linear equation set  $A(N,N)*X(N) = B(N)$ 
! with the partial-pivoting Gaussian elimination scheme. The
! numerical values are for the Wheatstone bridge example discussed
! in Section 4.1 in the book with all resistances being 100 ohms
! and the voltage 200 volts.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=3
INTEGER :: I,J
INTEGER, DIMENSION (N) :: INDX
REAL, DIMENSION (N) :: X,B
REAL, DIMENSION (N,N) :: A
DATA B /200.0,0.0,0.0/, &
      ((A(I,J), J=1,N),I=1,N) /100.0,100.0,100.0,-100.0, &
      300.0,-100.0,-100.0,-100.0, 300.0/
!
CALL LEGS (A,N,B,X,INDX)
!

```

```

WRITE (6, "(F16.8)") (X(I), I=1,N)
END PROGRAM EX43

```

```

SUBROUTINE LEGS (A,N,B,X,INDX)

```

```

!
! Subroutine to solve the equation  $A(N,N)*X(N) = B(N)$  with the
! partial-pivoting Gaussian elimination scheme.
! Copyright (c) Tao Pang 2001.
!

```

```

IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I,J
INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N,N) :: A
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: B
REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: X

```

```

!
CALL ELGS (A,N,INDX)
!

```

```

DO I = 1, N-1
  DO J = I+1, N
    B(INDX(J)) = B(INDX(J))-A(INDX(J),I)*B(INDX(I))
  END DO
END DO

```

```

!
X(N) = B(INDX(N))/A(INDX(N),N)
DO I = N-1, 1, -1
  X(I) = B(INDX(I))
  DO J = I+1, N
    X(I) = X(I)-A(INDX(I),J)*X(J)
  END DO
  X(I) = X(I)/A(INDX(I),I)
END DO

```

```

!
END SUBROUTINE LEGS
!

```

```

SUBROUTINE ELGS (A,N,INDX)

```

```

!
! Subroutine to perform the partial-pivoting Gaussian elimination.
! A(N,N) is the original matrix in the input and transformed matrix
! plus the pivoting element ratios below the diagonal in the output.
! INDX(N) records the pivoting order.

```

```

IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I,J,K,ITMP
INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
REAL :: C1,PI,PI1,PJ
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N,N) :: A
REAL, DIMENSION (N) :: C

```

```

!
! Initialize the index
!

```

```

DO I = 1, N
  INDX(I) = I
END DO

```

```

!
! Find the rescaling factors, one from each row
!

```

```

DO I = 1, N

```

```

        C1= 0.0
        DO J = 1, N
            C1 = AMAX1(C1,ABS(A(I,J)))
        END DO
        C(I) = C1
    END DO
!
! Search the pivoting (largest) element from each column
!
    DO J = 1, N-1
        P11 = 0.0
        DO I = J, N
            PI = ABS(A(INDX(I),J))/C(INDX(I))
            IF (PI.GT.P11) THEN
                P11 = PI
                K = I
            ENDIF
        END DO
!
! Interchange the rows via INDX(N) to record pivoting order
!
        ITMP = INDX(J)
        INDX(J) = INDX(K)
        INDX(K) = ITMP
        DO I = J+1, N
            PJ = A(INDX(I),J)/A(INDX(J),J)
!
! Record pivoting ratios below the diagonal
!
            A(INDX(I),J) = PJ
!
! Modify other elements accordingly
!
            DO K = J+1, N
                A(INDX(I),K) = A(INDX(I),K)-PJ*A(INDX(J),K)
            END DO
        END DO
    END DO
!
END SUBROUTINE ELGS

```

برنامه 7: معکوس یک ماتریس

```

SUBROUTINE MIGS (A,N,X,INDX)
!
! Subroutine to invert matrix A(N,N) with the inverse stored
! in X(N,N) in the output. Copyright (c) Tao Pang 2001.
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I,J,K
    INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
    REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N,N):: A
    REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N,N):: X
    REAL, DIMENSION (N,N) :: B
!
    DO I = 1, N
        DO J = 1, N
            B(I,J) = 0.0
        END DO
    END DO

```

```

END DO
DO I = 1, N
  B(I,I) = 1.0
END DO
!
CALL ELGS (A,N,INDX)
!
DO I = 1, N-1
  DO J = I+1, N
    DO K = 1, N
      B(INDX(J),K) = B(INDX(J),K)-A(INDX(J),I)*B(INDX(I),K)
    END DO
  END DO
END DO
!
DO I = 1, N
  X(N,I) = B(INDX(N),I)/A(INDX(N),N)
  DO J = N-1, 1, -1
    X(J,I) = B(INDX(J),I)
    DO K = J+1, N
      X(J,I) = X(J,I)-A(INDX(J),K)*X(K,I)
    END DO
    X(J,I) = X(J,I)/A(INDX(J),J)
  END DO
END DO
END SUBROUTINE MIGS
!
SUBROUTINE ELGS (A,N,INDX)
!
! Subroutine to perform the partial-pivoting Gaussian elimination.
! A(N,N) is the original matrix in the input and transformed matrix
! plus the pivoting element ratios below the diagonal in the output.
! INDX(N) records the pivoting order. Copyright (c) Tao Pang 2001.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I,J,K,ITMP
INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
REAL :: C1,PI,PI1,PJ
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N,N) :: A
REAL, DIMENSION (N) :: C
!
! Initialize the index
!
DO I = 1, N
  INDX(I) = I
END DO
!
! Find the rescaling factors, one from each row
!
DO I = 1, N
  C1= 0.0
  DO J = 1, N
    C1 = AMAX1(C1,ABS(A(I,J)))
  END DO
  C(I) = C1
END DO
!
! Search the pivoting (largest) element from each column
!
DO J = 1, N-1

```

```

    PI1 = 0.0
    DO I = J, N
        PI = ABS(A(INDX(I),J))/C(INDX(I))
        IF (PI.GT.PI1) THEN
            PI1 = PI
            K = I
        ENDIF
    END DO
!
! Interchange the rows via INDX(N) to record pivoting order
!
    ITMP = INDX(J)
    INDX(J) = INDX(K)
    INDX(K) = ITMP
    DO I = J+1, N
        PJ = A(INDX(I),J)/A(INDX(J),J)
!
! Record pivoting ratios below the diagonal
!
        A(INDX(I),J) = PJ
!
! Modify other elements accordingly
!
        DO K = J+1, N
            A(INDX(I),K) = A(INDX(I),K)-PJ*A(INDX(J),K)
        END DO
    END DO
END DO
!
END SUBROUTINE ELGS

```

برنامه 8: مشتق تابع

```

PROGRAM DERIVATIVES
!
! Main program for derivatives of  $f(x) = \sin(x)$ . F1: f';
! F2: f"; D1: error in f'; and D2: error in f".
!
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, PARAMETER :: N=101
    INTEGER :: I
    REAL :: PI,H
    REAL, DIMENSION (N) :: X,F,F1,D1,F2,D2
!
    PI = 4.0*ATAN(1.0)
    H = PI/(2*100)
    DO I = 1, N
        X(I) = H*(I-1)
        F(I) = SIN(X(I))
    END DO
    CALL THREE(N,H,F,F1,F2)
    DO I = 1, N
        D1(I) = F1(I)-COS(X(I))
        D2(I) = F2(I)+SIN(X(I))
        WRITE (6, "(5F10.6)") X(I),F1(I),D1(I),F2(I),D2(I)
    END DO
END PROGRAM DERIVATIVES

```

```

!
SUBROUTINE THREE (N,H,FI,F1,F2)
!
! Subroutine for 1st and 2nd order derivatives with the three-point
! formulas. Extrapolations are made at the boundaries. FI: input
! f(x); H: interval; F1: f'; and F2: f".
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I
REAL, INTENT (IN) :: H
REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FI
REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: F1,F2
!
! f' and f" from three-point formulas
!
DO I = 2, N-1
    F1(I) = (FI(I+1)-FI(I-1))/(2.*H)
    F2(I) = (FI(I+1)-2.0*FI(I)+FI(I-1))/(H*H)
END DO
!
! Linear extrapolation for the boundary points
!
F1(1) = 2.0*F1(2)-F1(3)
F1(N) = 2.0*F1(N-1)-F1(N-2)
F2(1) = 2.0*F2(2)-F2(3)
F2(N) = 2.0*F2(N-1)-F2(N-2)
END SUBROUTINE THREE

```

برنامه 9: مسائل مقدار مرزی - روش سکانت و رانج کاتا

```

PROGRAM SHOOTING
!
! Program for the boundary value problem with the shooting
! method. The Runge-Kutta and secant methods are used.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=101,M=5
REAL :: DK11,DK21,DK12,DK22,DK13,DK23,DK14,DK24
REAL :: DL,XL,XU,H,D,YL,YU,X0,DX,X1,X2,F0,F1
REAL :: Y1,Y2,G1,G1F,G2,G2F
REAL, DIMENSION (2,N) :: Y
!
! Initialization of the problem
!
DL = 1.0E-06
XL = 0.0
XU = 1.0
H = (XU-XL)/(N-1)
D = 0.1
YL = 0.0
YU = 1.0
X0 = (YU-YL)/(XU-XL)
DX = 0.01
X1 = X0+DX
!
! The secant search for the root
!
Y(1,1) = YL

```



```

DO WHILE (ABS(D).GT.DL)
!
C The!Runge-Kutta calculation of the first trial solution
!
  Y(2,1) = X0
  DO I = 1, N-1
    X = XL+H*I
    Y1 = Y(1,I)
    Y2 = Y(2,I)
    DK11 = H*G1F(Y1,Y2,X)
    DK21 = H*G2F(Y1,Y2,X)
    DK12 = H*G1F((Y1+DK11/2.0),(Y2+DK21/2.0),(X+H/2.0))
    DK22 = H*G2F((Y1+DK11/2.0),(Y2+DK21/2.0),(X+H/2.0))
    DK13 = H*G1F((Y1+DK12/2.0),(Y2+DK22/2.0),(X+H/2.0))
    DK23 = H*G2F((Y1+DK12/2.0),(Y2+DK22/2.0),(X+H/2.0))
    DK14 = H*G1F((Y1+DK13),(Y2+DK23),(X+H))
    DK24 = H*G2F((Y1+DK13),(Y2+DK23),(X+H))
    Y(1,I+1) = Y(1,I)+(DK11+2.0*(DK12+DK13)+DK14)/6.0
    Y(2,I+1) = Y(2,I)+(DK21+2.0*(DK22+DK23)+DK24)/6.0
  END DO
  F0 = Y(1,N)-1.0
!
! Runge-Kutta calculation of the second trial solution
!
  Y(2,1) = X1
  DO I = 1, N-1
    X = XL+H*I
    Y1 = Y(1,I)
    Y2 = Y(2,I)
    DK11 = H*G1(Y1,Y2,X)
    DK21 = H*G2(Y1,Y2,X)
    DK12 = H*G1((Y1+DK11/2.0),(Y2+DK21/2.0),(X+H/2.0))
    DK22 = H*G2((Y1+DK11/2.0),(Y2+DK21/2.0),(X+H/2.0))
    DK13 = H*G1((Y1+DK12/2.0),(Y2+DK22/2.0),(X+H/2.0))
    DK23 = H*G2((Y1+DK12/2.0),(Y2+DK22/2.0),(X+H/2.0))
    DK14 = H*G1((Y1+DK13),(Y2+DK23),(X+H))
    DK24 = H*G2((Y1+DK13),(Y2+DK23),(X+H))
    Y(1,I+1) = Y(1,I)+(DK11+2.0*(DK12+DK13)+DK14)/6.0
    Y(2,I+1) = Y(2,I)+(DK21+2.0*(DK22+DK23)+DK24)/6.0
  END DO
  F1 = Y(1,N)-1.0
!
  D = F1-F0
  X2 = X1-F1*(X1-X0)/D
  X0 = X1
  X1 = X2
  END DO
  WRITE (6,"(2F16.8)") (H*(I-1), Y(1,I),I=1,N,M)
END
!
FUNCTION G1F (Y1,Y2,T) RESULT (G1)
  IMPLICIT NONE
  REAL :: Y1,Y2,T,G1
!
  G1 = Y2
END FUNCTION G1F
!
FUNCTION G2F (Y1,Y2,T) RESULT (G2)
  IMPLICIT NONE
  REAL :: PI,Y1,Y2,T,G2
!

```

```

    PI = 4.0*ATAN(1.0)
    G2 =-PI*PI*(Y1+1.0)/4.0
END FUNCTION G2F

```

برنامه 10: دترمینان چندجمله ای

```

SUBROUTINE TDPL(A,B,N,X,P)
!
! Subroutine to generate determinant polynomial P_N(X).
!
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I
    REAL, INTENT (IN) :: X
    REAL :: P0
    REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: A,B
    REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: P
!
    P0 = 1.0
    IF (N.LT.1) STOP 'The dimension is less than 1.'
    P(1) = A(1)-X
    IF (N.GE.2) P(2) = (A(2)-X)*P(1)-B(1)*B(1)*P0
    IF (N.GE.3) THEN
        DO I = 2, N-1
            P(I+1) = (A(I+1)-X)*P(I)-B(I)*B(I)*P(I-1)
        END DO
    END IF
END SUBROUTINE TDPL

```

برنامه 11: انتگرال تابع

```

MODULE CSEED
    INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
PROGRAM MCDS
!
! Integration with the direct sampling Monte Carlo scheme. The
integrand
! is f(x) = x*x.
!
    USE CSEED
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, PARAMETER :: M=1000000
    INTEGER :: time,STIME,I
    INTEGER, DIMENSION (9) :: T
    REAL :: SUM1,SUM2,S,DS,X,F,FX,R,RANF
!
! Initial seed from the system time and forced to be odd
!
    STIME = time(%REF(0))
    CALL gmtime(STIME,T)
    ISEED = T(6)+70*(T(5)+12*(T(4)+31*(T(3)+23*(T(2)+59*T(1))))
    IF (MOD(ISEED,2).EQ.0) ISEED = ISEED-1
!
    SUM1 = 0.0

```

```

SUM2 = 0.0
DO I = 1, M
  X = RANF()
  SUM1 = SUM1+FX(X)
  SUM2 = SUM2+FX(X)**2
END DO
S = SUM1/M
DS = SQRT(ABS(SUM2/M-(SUM1/M)**2)/M)
WRITE(6,"(2F16.8)") S,DS
END PROGRAM MCDS
!
FUNCTION FX(X) RESULT (F)
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,F
!
  F = X*X
END FUNCTION FX
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
  USE CSEED
  IMPLICIT NONE
  INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
  DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
  REAL :: R
!
  IH = ISEED/IQ
  IL = MOD(ISEED,IQ)
  IT = IA*IL-IR*IH
  IF(IT.GT.0) THEN
    ISEED = IT
  ELSE
    ISEED = IC+IT
  END IF
  R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

:12 برنامه

```

SUBROUTINE RLXN (FN,DN,S,N,P,H)
!
! Subroutine performing one iteration of Relaxation for the one-
! dimensional
! stationary diffusion equation. DN is the diffusion coefficient
! shifted
! half step towards x=0.
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (IN) :: N
  INTEGER :: I
  REAL, INTENT (IN) :: H,P
  REAL :: H2,Q
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: DN,S
  REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: FN
!
  H2 = H*H

```

```

Q = 1.0-P
DO I = 2, N-1
  FN(I) = Q*FN(I)+P*(DN(I+1)*FN(I+1)+DN(I)*FN(I-
1)+H2*S(I))/(DN(I+1)+DN(I))
END DO
END SUBROUTINE RLXN

```

برنامه 13: محاسبه طول پیوند سدیم کلرید

```

MODULE CB
  REAL :: E2,A0,R0
END MODULE CB
!
PROGRAM BOND
!
! Main program to calculate the bond length of NaCl.
!
!
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  INTEGER :: ISTEP
  REAL :: DL,X0,DX
!
  A0 = 1090.0
  R0 = 0.33
  E2 = 14.4
  DL = 1.0E-06
  X0 = 2.0
  DX = 0.1
  CALL M_SECANT (DL,X0,DX,ISTEP)
  WRITE (6,"(I4,2F16.8)") ISTEP,X0,DX
END PROGRAM BOND
!
SUBROUTINE M_SECANT (DL,X0,DX,ISTEP)
!
! Subroutine for the root of  $f(x) = dg(x)/dx = 0$  with the
! secant method with the search toward the maximum of  $g(x)$ .
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (OUT) :: ISTEP
  REAL, INTENT (IN) :: DL
  REAL, INTENT (INOUT) :: X0,DX
  REAL :: G0,G1,G2,X1,X2,D,G,GX,F,FX
!
  ISTEP = 0
  G0 = GX(X0)
  X1 = X0+DX
  G1 = GX(X1)
  IF(G1.LT.G0) X1 = X0-DX
  DO WHILE (ABS(DX).GT.DL)
    D = FX(X1)-FX(X0)
    DX = -(X1-X0)*FX(X1)/D
    X2 = X1+DX
    G2 = GX(X2)
    IF(G2.LT.G1) X2 = X1-DX
    X0 = X1
    X1 = X2
    G1 = G2

```

```

        ISTEP = ISTEP+1
    END DO
    X0 = X2
END SUBROUTINE M_SECANT
!
FUNCTION GX(X) RESULT(G)
    USE CB
    IMPLICIT NONE
    REAL :: X,G
!
    G = E2/X-A0*EXP(-X/R0)
END FUNCTION GX
!
FUNCTION FX(X) RESULT(F)
    USE CB
    IMPLICIT NONE
    REAL :: X,F
!
    F = E2/(X*X)-A0*EXP(-X/R0)/R0
END FUNCTION FX

```

:14 برنامه

```

MODULE CSEED
    INTEGER ISEED
END MODULE CSEED
!
SUBROUTINE RMSG (N,XS,A)
!
! Subroutine for generating a random matrix in the Gaussian
! orthogonal ensemble with XS as the standard deviation of
! the off-diagonal elements.
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I,J
    REAL, INTENT (IN) :: XS
    REAL :: G1,G2
    REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N,N) :: A
!
    DO I = 1, N
        CALL GRNF (G1,G2)
        A(I,I) = SQRT(2.0)*G1*XS
    END DO
!
    DO I = 1, N
        DO J = I+1, N
            CALL GRNF(G1,G2)
            A(I,J) = G1*XS
            A(J,I) = A(I,J)
        END DO
    END DO
END SUBROUTINE RMSG
!
SUBROUTINE GRNF (X,Y)
!
! Two Gaussian random numbers generated from two uniform random
! numbers.
!

```

```

    IMPLICIT NONE
    REAL, INTENT (OUT) :: X,Y
    REAL :: PI,R1,R2,R,RANF
    !
    PI = 4.0*ATAN(1.0)
    R1 = -ALOG(1.0-RANF())
    R2 = 2.0*PI*RANF()
    R1 = SQRT(2.0*R1)
    X = R1*COS(R2)
    Y = R1*SIN(R2)
END SUBROUTINE GRNF
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
    USE CSEED
    IMPLICIT NONE
    INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
    DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
    REAL :: R
    !
    IH = ISEED/IQ
    IL = MOD(ISEED,IQ)
    IT = IA*IL-IR*IH
    IF(IT.GT.0) THEN
        ISEED = IT
    ELSE
        ISEED = IC+IT
    END IF
    R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

:15 برنامه

```

SUBROUTINE ELGS (A,N,INDX)
!
! Subroutine to perform the partial-pivoting Gaussian elimination.
! A(N,N) is the original matrix in the input and transformed matrix
! plus the pivoting element ratios below the diagonal in the output.
! INDX(N) records the pivoting order. Copyright (c) Tao Pang 2001.
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I,J,K,ITMP
    INTEGER, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: INDX
    REAL :: C1,PI,PI1,PJ
    REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N,N) :: A
    REAL, DIMENSION (N) :: C
    !
    ! Initialize the index
    !
    DO I = 1, N
        INDX(I) = I
    END DO
    !
    ! Find the rescaling factors, one from each row

```

```

!
DO I = 1, N
  C1= 0.0
  DO J = 1, N
    C1 = AMAX1(C1,ABS(A(I,J)))
  END DO
  C(I) = C1
END DO
!
! Search the pivoting (largest) element from each column
!
DO J = 1, N-1
  P11 = 0.0
  DO I = J, N
    PI = ABS(A(INDX(I),J))/C(INDX(I))
    IF (PI.GT.P11) THEN
      P11 = PI
      K = I
    ENDIF
  END DO
!
! Interchange the rows via INDX(N) to record pivoting order
!
  ITMP = INDX(J)
  INDX(J) = INDX(K)
  INDX(K) = ITMP
  DO I = J+1, N
    PJ = A(INDX(I),J)/A(INDX(J),J)
!
! Record pivoting ratios below the diagonal
!
    A(INDX(I),J) = PJ
!
! Modify other elements accordingly
!
    DO K = J+1, N
      A(INDX(I),K) = A(INDX(I),K)-PJ*A(INDX(J),K)
    END DO
  END DO
END DO
!
END SUBROUTINE ELGS

```

برنامه 16:

```

SUBROUTINE FFT2D (FR,FI,N1,N2,M1,M2)
!
! Subroutine for the two-dimensional fast Fourier transform
! with N=N1*N2 and N1=2**M1 and N2=2**M2.
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (IN) :: N1,N2,M1,M2
  INTEGER :: I,J
  REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N1,N2) :: FR,FI
!
! Transformation on the second index
!
  DO I = 1, N1

```

```

        CALL FFT (FR(I,1),FI(I,1),N2,M2)
    END DO
    !
    ! Transformation on the first index
    !
    DO J = 1, N2
        CALL FFT (FR(1,J),FI(1,J),N1,M1)
    END DO
END SUBROUTINE FFT2D
!
SUBROUTINE FFT (AR,AI,N,M)
!
! An example of the fast Fourier transform subroutine with N = 2**M.
! AR and AI are the real and imaginary part of data in the input and
! corresponding Fourier coefficients in the output.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
INTEGER :: N1,N2,I,J,K,L,L1,L2
REAL :: PI,A1,A2,Q,U,V
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: AR,AI
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
N2 = N/2
!
N1 = 2**M
IF(N1.NE.N) STOP 'Indices do not match'
!
! Rearrange the data to the bit reversed order
!
L = 1
DO K = 1, N-1
    IF (K.LT.L) THEN
        A1 = AR(L)
        A2 = AI(L)
        AR(L) = AR(K)
        AR(K) = A1
        AI(L) = AI(K)
        AI(K) = A2
    END IF
    J = N2
    DO WHILE (J.LT.L)
        L = L-J
        J = J/2
    END DO
    L = L+J
END DO
!
! Perform additions at all levels with reordered data
!
L2 = 1
DO L = 1, M
    Q = 0.0
    L1 = L2
    L2 = 2*L1
    DO K = 1, L1
        U = COS(Q)
        V = -SIN(Q)
        Q = Q + PI/L1
        DO J = K, N, L2

```



```

        I      = J + L1
        A1     = AR(I)*U-AI(I)*V
        A2     = AR(I)*V+AI(I)*U
        AR(I)  = AR(J)-A1
        AR(J)  = AR(J)+A1
        AI(I)  = AI(J)-A2
        AI(J)  = AI(J)+A2
    END DO
END DO
END DO
END SUBROUTINE FFT

```

برنامه 17: چند جمله ای لژاندر

```

SUBROUTINE LGND (LMAX,X,P)
!
! Subroutine to generate Legendre polynomials P_L(X)
! for L = 0,1,...,LMAX with given X.
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: LMAX
    INTEGER :: L
    REAL, INTENT (IN) :: X
    REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (0:LMAX) :: P
!
    P(0) = 1.0
    P(1) = X
    DO L = 1, LMAX-1
        P(L+1) = ((2.0*L+1)*X*P(L)-L*P(L-1))/(L+1)
    END DO
END SUBROUTINE LGND

```

برنامه 18:

```

SUBROUTINE NMRV (N,H,Q,S,U)
!
! The Numerov algorithm for the equation u''(x)+q(x)u(x)=s(x)
! as given in Eqs. (3.77)-(3.80) in the book.
!
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I
    REAL, INTENT (IN) :: H
    REAL :: G,C0,C1,C2,D,UTMP
    REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: Q,S
    REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: U
!
    G = H*H/12.0
!
    DO I = 2, N-1
        C0 = 1.0+G*((Q(I-1)-Q(I+1))/2.0+Q(I))
        C1 = 2.0-G*(Q(I+1)+Q(I-1))+8.0*Q(I)
        C2 = 1.0+G*((Q(I+1)-Q(I-1))/2.0+Q(I))
        D = G*(S(I+1)+S(I-1))+10.0*S(I)
        UTMP = C1*U(I)-C0*U(I-1)+D
        U(I+1) = UTMP/C2
    END DO

```

END SUBROUTINE NMRV

:19 برنامه

```
PROGRAM MILL
!
! Program to fit the Millikan experimental data to a linear curve
!  $p(x) = a*x+b$  directly. One can find a and b from partial D/partial
!  $a = 0$  and partial D/partial  $b = 0$  with  $D = \sum (p(x_i)-f(x_i))^2$ .
! The result is  $a = (c1*c3-c4*n)/(c1**2-c2*n)$  and  $b = (c1*c4-c2*c3)$ 
!  $/(c1**2-c2*n)$  with n being the number of points,  $c1 = \sum x_i$ ,  $c2$ 
!  $= \sum x_i**2$ ,  $c3 = \sum f(x_i)$ , and  $c4 = \sum x_i*f(x_i)$ .
!
!
! IMPLICIT NONE
! INTEGER, PARAMETER :: N=15
! INTEGER :: I
! REAL :: C1,C2,C3,C4,C,A,B
! REAL, DIMENSION (N) :: X,F
! DATA X /4.0,5.0,6.0,7.0,8.0,9.0,10.0,11.0, &
!         12.0,13.0,14.0,15.0,16.0,17.0,18.0/
! DATA F /6.558,8.206,9.880,11.50,13.14,14.81,16.40,18.04, &
!         19.68,21.32,22.96,24.60,26.24,27.88,29.52/
!
! C1 = 0.0
! C2 = 0.0
! C3 = 0.0
! C4 = 0.0
! DO I = 1, N
!   C1 = C1+X(I)
!   C2 = C2+X(I)*X(I)
!   C3 = C3+F(I)
!   C4 = C4+F(I)*X(I)
! END DO
! C = C1*C1-C2*N
! A = (C1*C3-C4*N)/C
! B = (C1*C4-C2*C3)/C
! WRITE (6, "('The fundamental charge is 'F6.4,'+-'F6.4)") A,ABS(B)
END PROGRAM MILL
```

:20 برنامه

```
PROGRAM INTERPOLATION2
!
! Main program for the Lagrange interpolation with the
! upward and downward correction method.
!
!
! IMPLICIT NONE
! INTEGER, PARAMETER :: N=5
! REAL :: X,F,DF
! REAL, DIMENSION (N) :: XI,FI
! DATA XI/0.0,0.5,1.0,1.5,2.0/, &
!        FI/1.0,0.938470,0.765198,0.511828,0.223891/
!
! X = 0.9
! CALL UPDOWN (N,XI,FI,X,F,DF)
! WRITE (6, "(3F16.8)") X,F,DF
END PROGRAM INTERPOLATION2
!
```

```

SUBROUTINE UPDOWN (N,XI,FI,X,F,DF)
!
! Subroutine performing the Lagrange interpolation with the
! upward and downward correction method. F: interpolated
! value. DF: error estimated.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: NMAX=21
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I,J,I0,J0,IT,K
REAL, INTENT (IN) :: X
REAL, INTENT (OUT) :: F,DF
REAL :: DX,DXT,DT
REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: XI,FI
REAL, DIMENSION (NMAX,NMAX) :: DP,DM
!
IF (N.GT.NMAX) STOP 'Dimension of the data set is too large.'
DX = ABS(XI(N)-XI(1))
DO I = 1, N
  DP(I,I) = FI(I)
  DM(I,I) = FI(I)
  DXT = ABS(X-XI(I))
  IF (DXT.LT.DX) THEN
    I0 = I
    DX = DXT
  END IF
END DO
J0 = I0
!
! Evaluate correction matrices
!
DO I = 1, N-1
  DO J = 1, N-I
    K = J+I
    DT = (DP(J,K-1)-DM(J+1,K))/(XI(K)-XI(J))
    DP(J,K) = DT*(XI(K)-X)
    DM(J,K) = DT*(XI(J)-X)
  END DO
END DO
!
! Update the approximation
!
F = FI(I0)
IT = 0
IF(X.LT.XI(I0)) IT = 1
DO I = 1, N-1
  IF ((IT.EQ.1).OR.(J0.EQ.N)) THEN
    I0 = I0-1
    DF = DP(I0,J0)
    F = F+DF
    IT = 0
    IF (J0.EQ.N) IT = 1
  ELSE IF ((IT.EQ.0).OR.(I0.EQ.1)) THEN
    J0 = J0+1
    DF = DM(I0,J0)
    F = F+DF
    IT = 1
    IF (I0.EQ.1) IT = 0
  END IF
END DO
DF = ABS(DF)

```

END SUBROUTINE UPDOWN

برنامه 21:

```
PROGRAM MILLIKAN
!
! Main program for a linear fit of the Millikan experimental
! data on the fundamental charge e_0 from e_n = e_0*n + de.
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: N=15,M=2
  INTEGER :: I
  REAL :: SUM0,SUMT,E0,DE
  REAL, DIMENSION (N) :: X,F
  REAL, DIMENSION (M) :: A
  REAL, DIMENSION (M,N) :: U
  DATA X /4.0,5.0,6.0,7.0,8.0,9.0,10.0,11.0, &
          12.0,13.0,14.0,15.0,16.0,17.0,18.0/
  DATA F /6.558,8.206,9.880,11.50,13.14,14.81,16.40,18.04, &
          19.68,21.32,22.96,24.60,26.24,27.88,29.52/
!
  CALL PFIT (N,M,X,F,A,U)
  SUM0 = 0.0
  SUMT = 0.0
  DO I = 1, N
    SUM0 = SUM0+U(1,I)**2
    SUMT = SUMT+X(I)*U(1,I)**2
  END DO
  E0 = A(2)
  DE = A(1)-A(2)*SUMT/SUM0
  WRITE (6,"(2F16.8)") E0,DE
END PROGRAM MILLIKAN
!
SUBROUTINE PFIT (N,M,X,F,A,U)
!
! Subroutine generating orthonormal polynomials U(M,N) up to
! (M-1)th order and coefficients A(M), for the least squares
! approximation of the function F(N) at X(N). Other variables
! used: G(K) for g_k, H(K) for h_k, S(K) for <u_k|u_k>.
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: NMAX=101,MMAX=101
  INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
  INTEGER :: I,J
  REAL :: TMP
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: X,F
  REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (M) :: A
  REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (M,N) :: U
  REAL, DIMENSION (MMAX) :: G,H,S
!
  IF(N.GT.NMAX) STOP 'Too many points'
  IF(M.GT.MMAX) STOP 'Order too high'
!
! Set up the zeroth order polynomial u_0
!
  DO I = 1, N
    U(1,I) = 1.0
  END DO
  DO I = 1, N
```

```

      TMP = U(1,I)*U(1,I)
      S(1) = S(1)+TMP
      G(1) = G(1)+X(I)*TMP
      A(1) = A(1)+U(1,I)*F(I)
    END DO
    G(1) = G(1)/S(1)
    H(1) = 0.0
    A(1) = A(1)/S(1)
  !
  ! Set up the first order polynomial u_1
  !
  DO I = 1, N
    U(2,I) = X(I)*U(1,I)-G(1)*U(1,I)
    S(2)   = S(2)+U(2,I)**2
    G(2)   = G(2)+X(I)*U(2,I)**2
    H(2)   = H(2) + X(I)*U(2,I)*U(1,I)
    A(2)   = A(2)+U(2,I)*F(I)
  END DO
  G(2) = G(2)/S(2)
  H(2) = H(2)/S(1)
  A(2) = A(2)/S(2)
  !
  ! Higher order polynomials u_k from the recursive relation
  !
  IF(M.GE.3) THEN
    DO I = 2, M-1
      DO J = 1, N
        U(I+1,J) = X(J)*U(I,J)-G(I)*U(I,J)-H(I)*U(I-1,J)
        S(I+1)   = S(I+1) + U(I+1,J)**2
        G(I+1)   = G(I+1) + X(J)*U(I+1,J)**2
        H(I+1)   = H(I+1) + X(J)*U(I+1,J)*U(I,J)
        A(I+1)   = A(I+1) + U(I+1,J)*F(J)
      END DO
      G(I+1) = G(I+1)/S(I+1)
      H(I+1) = H(I+1)/S(I)
      A(I+1) = A(I+1)/S(I+1)
    END DO
  END IF
END SUBROUTINE PFIT

```

:22 برنامه

```

SUBROUTINE PFIT (N,M,X,F,A,U)
  !
  ! Subroutine generating orthonormal polynomials U(M,N) up to
  ! (M-1)th order and coefficients A(M), for the least squares
  ! approximation of the function F(N) at X(N). Other variables
  ! used: G(K) for g_k, H(K) for h_k, S(K) for <u_k|u_k>.
  !
  !
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: NMAX=101,MMAX=101
  INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
  INTEGER :: I,J
  REAL :: TMP
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: X,F
  REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (M) :: A
  REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (M,N) :: U
  REAL, DIMENSION (MMAX) :: G,H,S

```

```

!
IF(N.GT.NMAX) STOP 'Too many points'
IF(M.GT.MMAX) STOP 'Order too high'
!
! Set up the zeroth order polynomial u_0
!
DO I = 1, N
  U(1,I) = 1.0
END DO
DO I = 1, N
  TMP = U(1,I)*U(1,I)
  S(1) = S(1)+TMP
  G(1) = G(1)+X(I)*TMP
  A(1) = A(1)+U(1,I)*F(I)
END DO
G(1) = G(1)/S(1)
H(1) = 0.0
A(1) = A(1)/S(1)
!
! Set up the first order polynomial u_1
!
DO I = 1, N
  U(2,I) = X(I)*U(1,I)-G(1)*U(1,I)
  S(2) = S(2)+U(2,I)**2
  G(2) = G(2)+X(I)*U(2,I)**2
  H(2) = H(2)+X(I)*U(2,I)*U(1,I)
  A(2) = A(2)+U(2,I)*F(I)
END DO
G(2) = G(2)/S(2)
H(2) = H(2)/S(1)
A(2) = A(2)/S(2)
!
! Higher order polynomials u_k from the recursive relation
!
IF(M.GE.3) THEN
  DO I = 2, M-1
    DO J = 1, N
      U(I+1,J) = X(J)*U(I,J)-G(I)*U(I,J)-H(I)*U(I-1,J)
      S(I+1) = S(I+1) + U(I+1,J)**2
      G(I+1) = G(I+1) + X(J)*U(I+1,J)**2
      H(I+1) = H(I+1) + X(J)*U(I+1,J)*U(I,J)
      A(I+1) = A(I+1) + U(I+1,J)*F(J)
    END DO
    G(I+1) = G(I+1)/S(I+1)
    H(I+1) = H(I+1)/S(I)
    A(I+1) = A(I+1)/S(I+1)
  END DO
END IF
END SUBROUTINE PFIT

```

:23 برنامه

```

PROGRAM INTERPOLATION
!
! Main program for the Lagrange interpolation with the Aitken method.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=5
REAL :: X,F,DF
REAL, DIMENSION (N) :: XI,FI

```

```

DATA XI/0.0,0.5,1.0,1.5,2.0/, &
      FI/1.0,0.938470,0.765198,0.511828,0.223891/
!
X = 0.9
CALL AITKEN (N,XI,FI,X,F,DF)
WRITE (6,"(3F16.8)") X,F,DF
END PROGRAM INTERPOLATION
!
SUBROUTINE AITKEN (N,XI,FI,X,F,DF)
!
! Subroutine performing the Lagrange interpolation with the
! Aitken method. F: interpolated value. DF: error estimated.
!
!
INTEGER, PARAMETER :: NMAX=21
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I,J
REAL, INTENT (IN) :: X
REAL, INTENT (OUT) :: F,DF
REAL :: X1,X2,F1,F2
REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N):: XI,FI
REAL, DIMENSION (NMAX):: FT
!
IF (N.GT.NMAX) STOP 'Dimension of the data is too large.'
DO I = 1, N
  FT(I) = FI(I)
END DO
!
DO I = 1, N-1
  DO J = 1, N-I
    X1 = XI(J)
    X2 = XI(J+I)
    F1 = FT(J)
    F2 = FT(J+1)
    FT(J) = (X-X1)/(X2-X1)*F2+(X-X2)/(X1-X2)*F1
  END DO
END DO
F = FT(1)
DF = (ABS(F-F1)+ABS(F-F2))/2.0
END SUBROUTINE AITKEN

```

:24 برنامه

```

MODULE CB
  REAL :: Q,B,W
END MODULE CB
!
PROGRAM PENDULUM
!
! Program for the power spectra of a driven pendulum under damping
with
! the fourth order Runge-Kutta algorithm. Given parameters: Q, B, and
W
! (omega_0).
!
USE CB
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=65536,L=128,M=16,MD=16
INTEGER :: I,J
REAL :: PI,F1,H,OD,T,Y1,Y2,G1,GX1,G2,GX2
REAL :: DK11,DK21,DK12,DK22,DK13,DK23,DK14,DK24

```

```

REAL, DIMENSION (N) :: AR,AI,WR,WI,O
REAL, DIMENSION (2,N) :: Y

!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
F1 = 1.0/SQRT(FLOAT(N))
W = 2.0/3.0
H = 2.0*PI/(L*W)
OD = 2.0*PI/(N*H*W*W)
Q = 0.5
B = 1.15
Y(1,1) = 0.0
Y(2,1) = 2.0

!
! Runge-Kutta algorithm to integrate the equation
!
DO I = 1, N-1
  T = H*I
  Y1 = Y(1,I)
  Y2 = Y(2,I)
  DK11 = H*GX1(Y1,Y2,T)
  DK21 = H*GX2(Y1,Y2,T)
  DK12 = H*GX1((Y1+DK11/2.0),(Y2+DK21/2.0),(T+H/2.0))
  DK22 = H*GX2((Y1+DK11/2.0),(Y2+DK21/2.0),(T+H/2.0))
  DK13 = H*GX1((Y1+DK12/2.0),(Y2+DK22/2.0),(T+H/2.0))
  DK23 = H*GX2((Y1+DK12/2.0),(Y2+DK22/2.0),(T+H/2.0))
  DK14 = H*GX1((Y1+DK13),(Y2+DK23),(T+H))
  DK24 = H*GX2((Y1+DK13),(Y2+DK23),(T+H))
  Y(1,I+1) = Y(1,I)+(DK11+2.0*(DK12+DK13)+DK14)/6.0
  Y(2,I+1) = Y(2,I)+(DK21+2.0*(DK22+DK23)+DK24)/6.0

!
! Bring theta back to region [-pi,pi]
!
  IF (ABS(Y(1,I+1)).GT.PI) THEN
    Y(1,I+1) = Y(1,I+1) - 2.*PI*ABS(Y(1,I+1))/Y(1,I+1)
  END IF
END DO

!
DO I = 1, N
  AR(I) = Y(1,I)
  WR(I) = Y(2,I)
  AI(I) = 0.0
  WI(I) = 0.0
END DO
CALL FFT (AR,AI,N,M)
CALL FFT (WR,WI,N,M)

!
DO I = 1, N
  O(I) = (I-1)*OD
  AR(I) = (F1*AR(I))**2+(F1*AI(I))**2
  WR(I) = (F1*WR(I))**2+(F1*WI(I))**2
  AR(I) = ALOG10(AR(I))
  WR(I) = ALOG10(WR(I))
END DO
WRITE(6,"(3F16.10)") (O(I),AR(I),WR(I),I=1,(L*MD),4)
END PROGRAM PENDULUM

!
SUBROUTINE FFT (AR,AI,N,M)
!
! An example of the fast Fourier transform subroutine with N = 2**M.
! AR and AI are the real and imaginary part of data in the input and

```



```

! corresponding Fourier coefficients in the output.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
INTEGER :: N1,N2,I,J,K,L,L1,L2
REAL :: PI,A1,A2,Q,U,V
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: AR,AI
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
N2 = N/2
!
N1 = 2**M
IF(N1.NE.N) STOP 'Indices do not match'
!
! Rearrange the data to the bit reversed order
!
L = 1
DO K = 1, N-1
  IF (K.LT.L) THEN
    A1 = AR(L)
    A2 = AI(L)
    AR(L) = AR(K)
    AR(K) = A1
    AI(L) = AI(K)
    AI(K) = A2
  END IF
  J = N2
  DO WHILE (J.LT.L)
    L = L-J
    J = J/2
  END DO
  L = L+J
END DO
!
! Perform additions at all levels with reordered data
!
L2 = 1
DO L = 1, M
  Q = 0.0
  L1 = L2
  L2 = 2*L1
  DO K = 1, L1
    U = COS(Q)
    V = -SIN(Q)
    Q = Q + PI/L1
    DO J = K, N, L2
      I = J + L1
      A1 = AR(I)*U-AI(I)*V
      A2 = AR(I)*V+AI(I)*U
      AR(I) = AR(J)-A1
      AR(J) = AR(J)+A1
      AI(I) = AI(J)-A2
      AI(J) = AI(J)+A2
    END DO
  END DO
END DO
END SUBROUTINE FFT
!
FUNCTION GX1 (Y1,Y2,T) RESULT (G1)
!

```

```

    G1 = Y2
END FUNCTION GX1
!
FUNCTION GX2 (Y1,Y2,T) RESULT (G2)
    USE CB
!
    G2 = -Q*Y2-SIN(Y1)+B*COS(W*T)
END FUNCTION GX2

```

:25 برنامه

```

PROGRAM SCHR
!
! Main program for solving the eigenvalue problem of the
! one-dimensional Schroedinger equation.
!
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, PARAMETER :: N=501,M=5,IMAX=100
    INTEGER :: I,IM,NL,NR,ISTEP
    REAL :: DL,H2M,EA,EB,E,DE,XL0,XR0,H,C
    REAL :: XL,XR,FACT,F0,F1,E1,SUM,V,VX
    REAL, DIMENSION (N) :: UL,UR,QL,QR,S
!
    DL = 1.0E-06
    H2M = 0.5
    EA = 2.4
    EB = 2.7
    E = EA
    DE = 0.1
    XL0 = -10.0
    XR0 = 10.0
    H = (XR0-XL0)/(N-1)
    C = 1.0/H2M
    UL(1) = 0.0
    UL(2) = 0.01
    UR(1) = 0.0
    UR(2) = 0.01
!
! Set up the potential q(x) and source s(x)
!
    DO I = 1, N
        XL = XL0+(I-1)*H
        XR = XR0-(I-1)*H
        QL(I) = C*(E-VX(XL))
        QR(I) = C*(E-VX(XR))
        S(I) = 0.0
    END DO
!
! Find the matching point at the right turning point
!
    DO I = 1, N-1
        IF(((QL(I)*QL(I+1)).LE.0).AND.(QL(I).GT.0)) IM = I
    END DO
!
! Numerov algorithm from left to right and vice versa
!
    NL = IM+1
    NR = N-IM+2
    CALL NMRV2 (NL,H,QL,S,UL)
    CALL NMRV2 (NR,H,QR,S,UR)

```

```

!
! Rescale the left solution
!
FACT = UR(NR-1)/UL(IM)
DO I = 1, NL
    UL(I) = FACT*UL(I)
END DO
!
F0 = UR(NR)+UL(NL)-UR(NR-2)-UL(NL-2)
F0 = F0/(2.0*H*UR(NR-1))
!
! Bisection method for the root
!
ISTEP = 0
DO WHILE ((ABS(DE).GT.DL).AND.(ISTEP.LT.IMAX))
    E1 = E
    E = (EA+EB)/2.0
    DO I = 1, N
        QL(I) = QL(I)+C*(E-E1)
        QR(I) = QR(I)+C*(E-E1)
    END DO
!
! Find the matching point at the right turning point
!
DO I = 1, N-1
    IF(((QL(I)*QL(I+1)).LE.0).AND.(QL(I).GT.0)) IM = I
END DO
!
! Numerov algorithm from left to right and vice versa
!
NL = IM+1
NR = N-IM+2
CALL NMRV2 (NL,H,QL,S,UL)
CALL NMRV2 (NR,H,QR,S,UR)
!
! Rescale the left solution
!
FACT = UR(NR-1)/UL(IM)
DO I = 1, NL
    UL(I) = FACT*UL(I)
END DO
!
F1 = UR(NR)+UL(NL)-UR(NR-2)-UL(NL-2)
F1 = F1/(2.0*H*UR(NR-1))
!
IF ((F0*F1).LT.0) THEN
    EB = E
    DE = EB-EA
ELSE
    EA = E
    DE = EB-EA
    F0 = F1
END IF
ISTEP = ISTEP+1
END DO
!
SUM = 0.0
DO I = 1, N
    IF(I.GT.IM) UL(I) = UR(N-I)
    SUM = SUM+UL(I)*UL(I)
END DO

```

```

!
WRITE(6,"(2I4)") ISTEP,IMAX
WRITE(6,"(4F20.8)") E,DE,F0,F1
!
SUM=SQRT(H*SUM)
DO I = 1, N, M
  XL = XL0+(I-1)*H
  UL(I) = UL(I)/SUM
  WRITE(15,"(4F20.8)") XL,UL(I)
  WRITE(16,"(4F20.8)") XL,VX(XL)
END DO
END PROGRAM SCHR
!
FUNCTION VX (X) RESULT (V)
  REAL :: A,B,X,V
!
  A = 1.0
  B = 4.0
  V = 3.0-A*A*B*(B-1.0)/(COSH(A*X)**2)/2.0
END FUNCTION VX
!
SUBROUTINE NMRV2 (N,H,Q,S,U)
!
! The Numerov algorithm for the equation  $u''(x)+q(x)u(x)=s(x)$ 
! as given in Eqs. (3.82)-(3.85) in the book.
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (IN) :: N
  INTEGER :: I
  REAL,INTENT (IN) :: H
  REAL :: G,C0,C1,C2,D,UTMP
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: Q,S
  REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: U
!
  G = H*H/12.0
!
  DO I = 2, N-1
    C0 = 1.0+G*Q(I-1)
    C1 = 2.0-10.0*G*Q(I)
    C2 = 1.0+G*Q(I+1)
    D = G*(S(I+1)+S(I-1)+10.0*S(I))
    UTMP = C1*U(I)-C0*U(I-1)+D
    U(I+1) = UTMP/C2
  END DO
END SUBROUTINE NMRV2

```

برنامه 26:

```

PROGRAM WAVE
!
! Program for the eigenvalue problem with a combination of the
! bisection method and the Numerov algorithm for  $u'' = -k**2*u$ 
! with boundary conditions  $u(0)=u(1)=0$ .
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: N=101
  INTEGER :: I,ISTEP
  REAL :: DL,H,AK,BK,DK,EK,F0,F1
  REAL, DIMENSION (N) :: Q,S,U

```

```

!
! Initialization of the problem
!
DL = 1.0E-06
H = 1.0/(N-1)
AK = 2.0
BK = 4.0
DK = 1.0
EK = AK
U(1) = 0.0
U(2) = 0.01
ISTEP = 0
!
DO I = 1,N
  S(I) = 0.0
  Q(I) = EK*EK
END DO
CALL NMRV (N,H,Q,S,U)
F0 = U(N)
!
! Bisection method for the root
!
DO WHILE (ABS(DK).GT.DL)
  EK = (AK+BK)/2.0
  DO I = 1,N
    Q(I) = EK*EK
  END DO
  CALL NMRV (N,H,Q,S,U)
  F1 = U(N)
  IF ((F0*F1).LT.0) THEN
    BK = EK
    DK = BK-AK
  ELSE
    AK = EK
    DK = BK-AK
    F0 = F1
  END IF
  ISTEP = ISTEP+1
END DO
WRITE (6,"(I4,3F16.8)") ISTEP,EK,DK,F1
END PROGRAM WAVE
!
SUBROUTINE NMRV (N,H,Q,S,U)
!
! The Numerov algorithm for the equation  $u''(x)+q(x)u(x)=s(x)$ 
! as given in Eqs. (3.77)-(3.80) in the book.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I
REAL, INTENT (IN) :: H
REAL :: G,C0,C1,C2,D,UTMP
REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: Q,S
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: U
!
G = H*H/12.0
!
DO I = 2, N-1
  C0 = 1.0+G*((Q(I-1)-Q(I+1))/2.0+Q(I))
  C1 = 2.0-G*(Q(I+1)+Q(I-1))+8.0*Q(I)

```

```

      C2 = 1.0+G*((Q(I+1)-Q(I-1))/2.0+Q(I))
      D  = G*(S(I+1)+S(I-1)+10.0*S(I))
      UTMP  = C1*U(I)-C0*U(I-1)+D
      U(I+1) = UTMP/C2
    END DO
  END SUBROUTINE NMRV

```

:27 برنامه

```

SUBROUTINE NMRV2 (N,H,Q,S,U)
!
! The Numerov algorithm for the equation u''(x)+q(x)u(x)=s(x)
! as given in Eqs. (3.82)-(3.85) in the book.
!
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (IN) :: N
  INTEGER :: I
  REAL, INTENT (IN) :: H
  REAL :: G,C0,C1,C2,D,UTMP
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: Q,S
  REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: U
!
  G = H*H/12.0
!
  DO I = 2, N-1
    C0 = 1.0+G*Q(I-1)
    C1 = 2.0-10.0*G*Q(I)
    C2 = 1.0+G*Q(I+1)
    D  = G*(S(I+1)+S(I-1)+10.0*S(I))
    UTMP  = C1*U(I)-C0*U(I-1)+D
    U(I+1) = UTMP/C2
  END DO
END SUBROUTINE NMRV2

```

:28 برنامه

```

MODULE CSEED
  INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
SUBROUTINE PERCOLATION (L,N,M,P)
!
! Subroutine to create an N*M percolation network.
!
!
  INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
  REAL, INTENT (IN) :: P
  REAL :: R,RANF
  LOGICAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N,M) :: L
!
  DO I = 1, N
    DO J = 1, M
      R = RANF()
      IF(R.LT.P) THEN
        L(I,J) = .TRUE.
      ELSE
        L(I,J) = .FALSE.
      END IF
    END DO
  END DO
END SUBROUTINE PERCOLATION

```

```

END SUBROUTINE PERCOLATION
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
USE CSEED
IMPLICIT NONE
INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
REAL :: R
!
IH = ISEED/IQ
IL = MOD(ISEED,IQ)
IT = IA*IL-IR*IH
IF(IT.GT.0) THEN
  ISEED = IT
ELSE
  ISEED = IC+IT
END IF
R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

:29 برنامه

```

MODULE CSEED
  INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
SUBROUTINE GRNF (X,Y)
!
! Two Gaussian random numbers generated from two uniform random
! numbers.
!
IMPLICIT NONE
REAL, INTENT (OUT) :: X,Y
REAL :: PI,R1,R2,R,RANF
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
R1 = -ALOG(1.0-RANF())
R2 = 2.0*PI*RANF()
R1 = SQRT(2.0*R1)
X = R1*COS(R2)
Y = R1*SIN(R2)
END SUBROUTINE GRNF
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
USE CSEED
IMPLICIT NONE
INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
REAL :: R
!
IH = ISEED/IQ
IL = MOD(ISEED,IQ)
IT = IA*IL-IR*IH

```

```

    IF(IT.GT.0) THEN
        ISEED = IT
    ELSE
        ISEED = IC+IT
    END IF
    R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

برنامه 30:

```

MODULE CSEED
    INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
FUNCTION ERNF() RESULT (E)
!
! Exponential random number generator from a uniform random
! number generator.
!
    REAL E,R,RANF
!
    E = -ALOG(1.0-RANF())
END FUNCTION ERNF
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
    USE CSEED
    IMPLICIT NONE
    INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
    DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
    REAL :: R
!
    IH = ISEED/IQ
    IL = MOD(ISEED,IQ)
    IT = IA*IL-IR*IH
    IF(IT.GT.0) THEN
        ISEED = IT
    ELSE
        ISEED = IC+IT
    END IF
    R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

برنامه 31:

```

MODULE CSEED
    INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
    USE CSEED
    IMPLICIT NONE
    INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
    DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/

```



```

REAL :: R
!
IH = ISEED/IQ
IL = MOD(ISEED,IQ)
IT = IA*IL-IR*IH
IF(IT.GT.0) THEN
  ISEED = IT
ELSE
  ISEED = IC+IT
END IF
R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

:32 برنامه

```

MODULE CB
  REAL :: B,E,A
END MODULE CB
!
PROGRAM SCATTERING
!
! This is the main program for the scattering problem.
!
!
USE CB
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: M=21,N=10001
INTEGER I,J,ISTEP
REAL :: DL,B0,DB,DX,X0,X,DX0,F,FX,FB,FBX,G1,G2,RU,RUTH,SI
REAL, DIMENSION (N) :: FI
REAL, DIMENSION (M) :: THETA,SIG,SIG1
!
DL = 1.E-06
B0 = 0.01
DB = 0.5
DX = 0.01
E = 1.0
A = 100.0
DO I = 1, M
  B = B0+(I-1)*DB
!
! Calculate the first term of theta
!
DO J = 1, N
  X = B+DX*J
  FI(J) = 1.0/(X*X*SQRT(FBX(X)))
END DO
CALL SIMP(N,DX,FI,G1)
!
! Find r_m from 1-b*b/(r*r)-U/E=0
!
X0 = B
DX0 = DX
CALL SECANT (DL,X0,DX0,ISTEP)
!
! Calculate the second term of theta
!
DO J = 1, N
  X = X0+DX*J
  FI(J) = 1.0/(X*X*SQRT(FX(X)))
END DO

```

```

        CALL SIMP (N,DX,FI,G2)
        THETA(I) = 2.0*B*(G1-G2)
        END DO
!
! Calculate d_theta/d_b
!
        CALL THREE (M,DB,THETA,SIG,SIG1)
!
! Put the cross section in log form with the exact result of
! the Coulomb scattering (RUTH)
!
        DO I = M, 1, -1
            B      = B0+(I-1)*DB
            SIG(I) = B/ABS(SIG(I))/SIN(THETA(I))
            RUTH   = 1.0/SIN(THETA(I)/2.0)**4/16.0
            SI     = ALOG(SIG(I))
            RU     = ALOG(RUTH)
            WRITE (6,"(3F16.8)") THETA(I),SI,RU
        END DO
END PROGRAM SCATTERING
!
SUBROUTINE SIMP (N,H,FI,S)
!
! Subroutine for integration over f(x) with the Simpson rule.  FI:
! integrand f(x); H: interval; S: integral.
!
        IMPLICIT NONE
        INTEGER, INTENT (IN) :: N
        INTEGER :: I
        REAL, INTENT (IN) :: H
        REAL :: S0,S1,S2
        REAL, INTENT (OUT) :: S
        REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FI
!
        S = 0.0
        S0 = 0.0
        S1 = 0.0
        S2 = 0.0
        DO I = 2, N-1, 2
            S1 = S1+FI(I-1)
            S0 = S0+FI(I)
            S2 = S2+FI(I+1)
        END DO
        S = H*(S1+4.0*S0+S2)/3.0
!
! If N is even, add the last slice separately
!
        IF (MOD(N,2).EQ.0) S = S &
            +H*(5.0*FI(N)+8.0*FI(N-1)-FI(N-2))/12.0
END SUBROUTINE SIMP
!
SUBROUTINE SECANT (DL,X0,DX,ISTEP)
!
! Subroutine for the root of f(x)=0 with the secant method.
!
!
        IMPLICIT NONE
        INTEGER, INTENT (INOUT) :: ISTEP
        REAL, INTENT (INOUT) :: X0,DX
        REAL :: X1,X2,D,F,FX
        REAL, INTENT (IN) :: DL

```

```

!
  ISTEP = 0
  X1 = X0+DX
  DO WHILE (ABS(DX).GT.DL)
    D = FX(X1)-FX(X0)
    X2 = X1-FX(X1)*(X1-X0)/D
    X0 = X1
    X1 = X2
    DX = X1-X0
    ISTEP = ISTEP+1
  END DO
END SUBROUTINE SECANT
!
SUBROUTINE THREE (N,H,FI,F1,F2)
!
! Subroutine for 1st and 2nd order derivatives with the three-point
! formulas. Extrapolations are made at the boundaries. FI: input
! f(x); H: interval; F1: f'; and F2: f".
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (IN) :: N
  INTEGER :: I
  REAL, INTENT (IN) :: H
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FI
  REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: F1,F2
!
! f' and f" from three-point formulas
!
  DO I = 2, N-1
    F1(I) = (FI(I+1)-FI(I-1))/(2.*H)
    F2(I) = (FI(I+1)-2.0*FI(I)+FI(I-1))/(H*H)
  END DO
!
! Linear extrapolation for the boundary points
!
  F1(1) = 2.0*F1(2)-F1(3)
  F1(N) = 2.0*F1(N-1)-F1(N-2)
  F2(1) = 2.0*F2(2)-F2(3)
  F2(N) = 2.0*F2(N-1)-F2(N-2)
END SUBROUTINE THREE
!
FUNCTION FX(X) RESULT (F)
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,F,U,UX
!
  F = 1.0-B*B/(X*X)-UX(X)/E
END FUNCTION FX
!
FUNCTION FBX(X) RESULT (FB)
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,FB
!
  FB = 1.0-B*B/(X*X)
END FUNCTION FBX
!
FUNCTION UX(X) RESULT (U)
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,U

```

```

!
  U = 1.0/X*EXP(-X/A)
END FUNCTION UX

```

:33 برنامه

```

PROGRAM EULER_CONST
  INCLUDE 'mpif.h'
  INTEGER :: N,K,IERR,IRANK,IPROC,IFINISH
  REAL*8, PARAMETER :: SUM25=0.577215664901532860606512D0
  REAL*8 :: SUMI,SUM
!
  CALL MPI_INIT (IERR)
  CALL MPI_COMM_RANK (MPI_COMM_WORLD,IRANK,IERR)
  CALL MPI_COMM_SIZE (MPI_COMM_WORLD,IPROC,IERR)
!
  IF (IRANK.EQ.0) THEN
    PRINT*, 'Enter total number of terms in the series: '
    READ (5,*) N
  END IF
!
! Broadcast the total number of terms to every process
!
  CALL MPI_BCAST (N,1,MPI_INTEGER,0,MPI_COMM_WORLD,IERR)
  K = (N/IPROC)
  SUMI = 0.D0
!
  IF (IRANK.NE.(IPROC-1)) then
    DO I = IRANK*K+1, (IRANK+1)*K
      SUMI = SUMI+1.D0/DFLOAT(I)
    END DO
  ELSE
    DO I = IRANK*K+1, N
      SUMI = SUMI + 1.D0/DFLOAT(I)
    END DO
  END IF
!
! Collect the sums from every process
!
  CALL MPI_REDUCE (SUMI,SUM,1,MPI_DOUBLE_PRECISION, &
    MPI_SUM,0,MPI_COMM_WORLD,IERR)
  IF (IRANK.EQ.0) THEN
    SUM = SUM-DLOG(DFLOAT(N))
    PRINT*, 'The evaluated Euler constant is ', SUM, &
      'with the estimated error of ', DABS(SUM-SUM25)
  END IF
!
  CALL MPI_FINALIZE (IFINISH)
END PROGRAM EULER_CONST

```

:34 برنامه

```

PROGRAM TALK_0_TO_1
  INCLUDE 'mpif.h'
  INTEGER :: IRANK,IPROC,ITAG,ISEND,Irecv,IERR,IM,ID,IFINISH
  INTEGER, DIMENSION (MPI_STATUS_SIZE) :: ISTAT
  CHARACTER*40 :: HELLO
!
  ITAG = 730
  ID = 40
  ISEND = 0

```

```

IRECV = 1
CALL MPI_INIT ( IERR)
CALL MPI_COMM_RANK (MPI_COMM_WORLD, IRANK, IERR)
CALL MPI_COMM_SIZE (MPI_COMM_WORLD, IPROC, IERR)
PRINT*, IRANK, IPROC
CALL MPI_BARRIER (MPI_COMM_WORLD, IERR)
IF (IRANK.EQ.ISEND) THEN
  HELLO = 'I am process 0, who are you ?'
  IM = 29
  CALL MPI_SEND (HELLO, IM, MPI_CHARACTER, IRECV, &
                ITAG, MPI_COMM_WORLD, IERR)
  PRINT*, 'I sent the message: ', HELLO
ELSE IF (IRANK.EQ.IRECV) THEN
  CALL MPI_RECV (HELLO, ID, MPI_CHARACTER, ISEND, &
                ITAG, MPI_COMM_WORLD, ISTAT, IERR)
  PRINT*, 'I got your message which is: ', HELLO
END IF
CALL MPI_FINALIZE(IFINISH)
END PROGRAM TALK_0_TO_1

```

برنامه 35:

```

MODULE CSEED
  INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
SUBROUTINE PERCOLATION (L,N,M,P)
!
! Subroutine to create an N*M percolation network.
!
!
  INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
  REAL, INTENT (IN) :: P
  REAL:: R,RANF
  LOGICAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N,M) :: L
!
  DO I = 1, N
    DO J = 1, M
      R = RANF()
      IF(R.LT.P) THEN
        L(I,J) = .TRUE.
      ELSE
        L(I,J) = .FALSE.
      END IF
    END DO
  END DO
END SUBROUTINE PERCOLATION
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7*5$  and  $c = 2*(31)-1$ .
!
  USE CSEED
  IMPLICIT NONE
  INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
  DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
  REAL :: R
!
  IH = ISEED/IQ
  IL = MOD(ISEED,IQ)

```

```

    IT = IA*IL-IR*IH
    IF(IT.GT.0) THEN
        ISEED = IT
    ELSE
        ISEED = IC+IT
    END IF
    R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

برنامه 36:

```

MODULE CSEED
    INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
SUBROUTINE GRNF (X,Y)
!
! Two Gaussian random numbers generated from two uniform random
! numbers.
!
    IMPLICIT NONE
    REAL, INTENT (OUT) :: X,Y
    REAL :: PI,R1,R2,R,RANF
!
    PI = 4.0*ATAN(1.0)
    R1 = -ALOG(1.0-RANF())
    R2 = 2.0*PI*RANF()
    R1 = SQRT(2.0*R1)
    X = R1*COS(R2)
    Y = R1*SIN(R2)
END SUBROUTINE GRNF
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
    USE CSEED
    IMPLICIT NONE
    INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
    DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
    REAL :: R
!
    IH = ISEED/IQ
    IL = MOD(ISEED,IQ)
    IT = IA*IL-IR*IH
    IF(IT.GT.0) THEN
        ISEED = IT
    ELSE
        ISEED = IC+IT
    END IF
    R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

برنامه 37:

```

MODULE CSEED
    INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
FUNCTION ERNF() RESULT (E)

```

```

!
! Exponential random number generator from a uniform random
! number generator.
!
REAL E,R,RANF
!
E = -ALOG(1.0-RANF())
END FUNCTION ERNF
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
USE CSEED
IMPLICIT NONE
INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
REAL :: R
!
IH = ISEED/IQ
IL = MOD(ISEED,IQ)
IT = IA*IL-IR*IH
IF(IT.GT.0) THEN
    ISEED = IT
ELSE
    ISEED = IC+IT
END IF
R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

:38 برنامه

```

MODULE CSEED
    INTEGER :: ISEED
END MODULE CSEED
!
FUNCTION RANF() RESULT (R)
!
! Uniform random number generator  $x(n+1) = a*x(n) \bmod c$  with
!  $a=7**5$  and  $c = 2**(31)-1$ .
!
USE CSEED
IMPLICIT NONE
INTEGER :: IH,IL,IT,IA,IC,IQ,IR
DATA IA/16807/,IC/2147483647/,IQ/127773/,IR/2836/
REAL :: R
!
IH = ISEED/IQ
IL = MOD(ISEED,IQ)
IT = IA*IL-IR*IH
IF(IT.GT.0) THEN
    ISEED = IT
ELSE
    ISEED = IC+IT
END IF
R = ISEED/FLOAT(IC)
END FUNCTION RANF

```

:39 برنامه

```

MODULE CB
  REAL :: B,E,A
END MODULE CB
!
PROGRAM SCATTERING
!
! This is the main program for the scattering problem.
!
!
USE CB
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: M=21,N=10001
INTEGER I,J,ISTEP
REAL :: DL,B0,DB,DX,X0,X,DX0,F,FX,FB,FBX,G1,G2,RU,RUTH,SI
REAL, DIMENSION (N) :: FI
REAL, DIMENSION (M) :: THETA,SIG,SIG1
!
DL = 1.E-06
B0 = 0.01
DB = 0.5
DX = 0.01
E = 1.0
A = 100.0
DO I = 1, M
  B = B0+(I-1)*DB
!
! Calculate the first term of theta
!
DO J = 1, N
  X = B+DX*J
  FI(J) = 1.0/(X*X*SQRT(FBX(X)))
END DO
CALL SIMP(N,DX,FI,G1)
!
! Find r_m from 1-b*b/(r*r)-U/E=0
!
X0 = B
DX0 = DX
CALL SECANT (DL,X0,DX0,ISTEP)
!
! Calculate the second term of theta
!
DO J = 1, N
  X = X0+DX*J
  FI(J) = 1.0/(X*X*SQRT(FX(X)))
END DO
CALL SIMP (N,DX,FI,G2)
THETA(I) = 2.0*B*(G1-G2)
END DO
!
! Calculate d_theta/d_b
!
CALL THREE (M,DB,THETA,SIG,SIG1)
!
! Put the cross section in log form with the exact result of
! the Coulomb scattering (RUTH)
!
DO I = M, 1, -1
  B = B0+(I-1)*DB
  SIG(I) = B/ABS(SIG(I))/SIN(THETA(I))
  RUTH = 1.0/SIN(THETA(I)/2.0)**4/16.0

```



```

        SI      = ALOG(SIG(I))
        RU      = ALOG(RUTH)
        WRITE (6,"(3F16.8)") THETA(I),SI,RU
    END DO
END PROGRAM SCATTERING
!
SUBROUTINE SIMP (N,H,FI,S)
!
! Subroutine for integration over f(x) with the Simpson rule.  FI:
! integrand f(x); H: interval; S: integral.
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I
    REAL, INTENT (IN) :: H
    REAL :: S0,S1,S2
    REAL, INTENT (OUT) :: S
    REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FI
!
    S = 0.0
    S0 = 0.0
    S1 = 0.0
    S2 = 0.0
    DO I = 2, N-1, 2
        S1 = S1+FI(I-1)
        S0 = S0+FI(I)
        S2 = S2+FI(I+1)
    END DO
    S = H*(S1+4.0*S0+S2)/3.0
!
! If N is even, add the last slice separately
!
    IF (MOD(N,2).EQ.0) S = S &
        +H*(5.0*FI(N)+8.0*FI(N-1)-FI(N-2))/12.0
END SUBROUTINE SIMP
!
SUBROUTINE SECANT (DL,X0,DX,ISTEP)
!
! Subroutine for the root of f(x)=0 with the secant method.
!
!
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (INOUT) :: ISTEP
    REAL, INTENT (INOUT) :: X0,DX
    REAL :: X1,X2,D,F,FX
    REAL, INTENT (IN) :: DL
!
    ISTEP = 0
    X1 = X0+DX
    DO WHILE (ABS(DX).GT.DL)
        D = FX(X1)-FX(X0)
        X2 = X1-FX(X1)*(X1-X0)/D
        X0 = X1
        X1 = X2
        DX = X1-X0
        ISTEP = ISTEP+1
    END DO
END SUBROUTINE SECANT
!
SUBROUTINE THREE (N,H,FI,F1,F2)
!

```

```

! Subroutine for 1st and 2nd order derivatives with the three-point
! formulas. Extrapolations are made at the boundaries. FI: input
! f(x); H: interval; F1: f'; and F2: f".
!
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, INTENT (IN) :: N
  INTEGER :: I
  REAL, INTENT (IN) :: H
  REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FI
  REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: F1,F2
!
! f' and f" from three-point formulas
!
  DO I = 2, N-1
    F1(I) = (FI(I+1)-FI(I-1))/(2.*H)
    F2(I) = (FI(I+1)-2.0*FI(I)+FI(I-1))/(H*H)
  END DO
!
! Linear extrapolation for the boundary points
!
  F1(1) = 2.0*F1(2)-F1(3)
  F1(N) = 2.0*F1(N-1)-F1(N-2)
  F2(1) = 2.0*F2(2)-F2(3)
  F2(N) = 2.0*F2(N-1)-F2(N-2)
END SUBROUTINE THREE
!
FUNCTION FX(X) RESULT (F)
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,F,U,UX
!
  F = 1.0-B*B/(X*X)-UX(X)/E
END FUNCTION FX
!
FUNCTION FBX(X) RESULT (FB)
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,FB
!
  FB = 1.0-B*B/(X*X)
END FUNCTION FBX
!
FUNCTION UX(X) RESULT (U)
  USE CB
  IMPLICIT NONE
  REAL :: X,U
!
  U = 1.0/X*EXP(-X/A)
END FUNCTION UX

```

:40 برنامه

```

PROGRAM EULER_CONST
  INCLUDE 'mpif.h'
  INTEGER :: N,K,IERR,IRANK,IPROC,IFINISH
  REAL*8, PARAMETER :: SUM25=0.577215664901532860606512D0
  REAL*8 :: SUMI,SUM
!
  CALL MPI_INIT (IERR)
  CALL MPI_COMM_RANK (MPI_COMM_WORLD,IRANK,IERR)
  CALL MPI_COMM_SIZE (MPI_COMM_WORLD,IPROC,IERR)

```

```

!
IF (IRANK.EQ.0) THEN
  PRINT*, 'Enter total number of terms in the series: '
  READ (5,*) N
END IF
!
! Broadcast the total number of terms to every process
!
CALL MPI_BCAST (N,1,MPI_INTEGER,0,MPI_COMM_WORLD,IERR)
K = (N/IPROC)
SUMI = 0.D0
!
IF (IRANK.NE.(IPROC-1)) then
  DO I = IRANK*K+1, (IRANK+1)*K
    SUMI = SUMI+1.D0/DFLOAT(I)
  END DO
ELSE
  DO I = IRANK*K+1, N
    SUMI = SUMI + 1.D0/DFLOAT(I)
  END DO
END IF
!
! Collect the sums from every process
!
CALL MPI_REDUCE (SUMI,SUM,1,MPI_DOUBLE_PRECISION, &
  MPI_SUM,0,MPI_COMM_WORLD,IERR)
IF (IRANK.EQ.0) THEN
  SUM = SUM-DLOG(DFLOAT(N))
  PRINT*, 'The evaluated Euler constant is ', SUM, &
    'with the estimated error of ', DABS(SUM-SUM25)
END IF
!
CALL MPI_FINALIZE (IFINISH)
END PROGRAM EULER_CONST

```

برنامه 41:

```

PROGRAM TALK_0_TO_1
  INCLUDE 'mpif.h'
  INTEGER :: IRANK,IPROC,ITAG,ISEND,Irecv,IERR,IM,ID,IFINISH
  INTEGER, DIMENSION (MPI_STATUS_SIZE) :: ISTAT
  CHARACTER*40 :: HELLO
!
ITAG = 730
ID = 40
ISEND = 0
Irecv = 1
CALL MPI_INIT (IERR)
CALL MPI_COMM_RANK (MPI_COMM_WORLD,IRANK,IERR)
CALL MPI_COMM_SIZE (MPI_COMM_WORLD,IPROC,IERR)
PRINT*, IRANK, IPROC
CALL MPI_BARRIER (MPI_COMM_WORLD,IERR)
IF (IRANK.EQ.ISEND) THEN
  HELLO = 'I am process 0, who are you ?'
  IM = 29
  CALL MPI_SEND (HELLO,IM,MPI_CHARACTER,Irecv, &
    ITAG,MPI_COMM_WORLD,IERR)
  PRINT*, 'I sent the message: ', HELLO
ELSE IF (IRANK.EQ.Irecv) THEN
  CALL MPI_RECV (HELLO,ID,MPI_CHARACTER,ISEND, &
    ITAG,MPI_COMM_WORLD,ISTAT,IERR)

```

```

    PRINT*, 'I got your message which is: ', HELLO
END IF
CALL MPI_FINALIZE(IFINISH)
END PROGRAM TALK_0_TO_1

```

:42 برنامه

```

MODULE ORDER_AN_ARRAY
  PRIVATE EXCHANGE
  !
  CONTAINS
  !
  SUBROUTINE REARRANGE (A)
    IMPLICIT NONE
    REAL, INTENT(INOUT) :: A(:)
    LOGICAL, ALLOCATABLE :: MASK(:)
    INTEGER :: I, N
    INTEGER, DIMENSION(1) :: K
    N = SIZE (A)
    ALLOCATE (MASK(N))
    MASK = .TRUE.
    DO I = 0, N-1
      MASK(N-I) = .FALSE.
      K = MAXLOC(A,MASK)
      CALL EXCHANGE(A(K(1)),A(N-I))
    END DO
  END SUBROUTINE REARRANGE
  !
  SUBROUTINE EXCHANGE (X,Y)
    IMPLICIT NONE
    REAL, INTENT(INOUT):: X,Y
    REAL TX
    TX = X; X = Y; Y = TX
  END SUBROUTINE EXCHANGE
  !
END MODULE ORDER_AN_ARRAY
!
PROGRAM RANDOM_ARRAY_ORDERED
  USE ORDER_AN_ARRAY
  !
  IMPLICIT NONE
  INTEGER, PARAMETER :: N = 100
  REAL, DIMENSION(N) :: A
  INTEGER :: I
  !
  CALL RANDOM_NUMBER (A)
  CALL REARRANGE (A)
  WRITE(6, "(F10.8)") (A(I),I=1,N)
END PROGRAM RANDOM_ARRAY_ORDERED

```

:43 برنامه

```

PROGRAM ARRAY_EXAMPLE
  IMPLICIT NONE
  REAL :: TWO_PI
  REAL, ALLOCATABLE :: A(:, :), B(:, :), C(:, :), D(:)
  INTEGER :: N,M,L,I
  !
  TWO_PI = 8.0*ATAN(1.0)
  READ "(3I4)", N, M, L
  ALLOCATE (A(N,M)); ALLOCATE (B(L,N))

```

```

ALLOCATE (C(L,M)); ALLOCATE (D(M))
CALL RANDOM_NUMBER (A); CALL RANDOM_NUMBER (B);
A = SIN(TWO_PI*A); B = COS(TWO_PI*B)
C = MATMUL(B,A)
DO      I = 1, M
  D(I) = DOT_PRODUCT(A(:,I),B(I,:))
END DO
PRINT "(8F10.6)", D
END PROGRAM ARRAY_EXAMPLE

```

:44 برنامه

```

PROGRAM GALERKIN
!
! This program solves the one-dimensional Poisson equation with the
! Galerkin method as described in the text.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=99
INTEGER :: I
REAL :: PI,XL,H,D,E,B0,B1,XIM,XI,XIP
REAL, DIMENSION (N) :: B,A,Y,W,U
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
XL = 1.0
H = XL/(N+1)
D = 2.0/H
E = -1.0/H
B0 = PI/H
B1 = 1.0/H
!
! Find the elements in L and U
!
W(1) = D
U(1) = E/D
DO I = 2, N
  W(I) = D-E*U(I-1)
  U(I) = E/W(I)
END DO
!
! Assign the array B
!
DO I = 1, N
  XIM = H*(I-1)
  XI = H*I
  XIP = H*(I+1)
  B(I) = B0*COS(PI*XI)*(XIM+XIP-2.0*XI) &
    +B1*(2.0*SIN(PI*XI)-SIN(PI*XIM)-SIN(PI*XIP))
END DO
!
! Find the solution
!
Y(1) = B(1)/W(1)
DO I = 2, N
  Y(I) = (B(I)-E*Y(I-1))/W(I)
END DO
!
A(N) = Y(N)
DO I = N-1,1,-1
  A(I) = Y(I)-U(I)*A(I+1)
END DO

```

```

!
WRITE (6,"(2F16.8)") (I*H,A(I), I=1,N)
END PROGRAM GALERKIN

```

:45 برنامه

```

PROGRAM G_WATER
!
! This program solves the groundwater dynamics problem in the
! rectangular geometry through the relaxation method.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: NX=101,NY=51,ISKX=10,ISKY=5,ITMX=5
INTEGER :: I,J,ISTP
REAL :: PI,A0,B0,H0,CH,SX,SY,HX,HY,P,X,Y
REAL, DIMENSION (NX,NY) :: PHI,CK,SN
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
A0 = 1.0
B0 = -0.04
H0 = 200.0
CH = -20.0
SX = 1000.0
SY = 500.0
HX = SX/(NX-1)
HY = SY/(NY-1)
P = 0.5
!
! Set up boundary conditions and initial guess of the solution
!
DO I = 1, NX
  X = (I-1)*HX
  DO J = 1, NY
    Y = (J-1)*HY
    SN(I,J) = 0.0
    CK(I,J) = A0+B0*Y
    PHI(I,J) = H0+CH*COS(PI*X/SX)*Y/SY
  END DO
END DO
!
DO ISTP = 1, ITMX
!
! Ensure the boundary conditions by the 4-point formula
!
DO J = 1, NY
  PHI(1,J) = (4.0*PHI(2,J)-PHI(3,J))/3.0
  PHI(NX,J) = (4.0*PHI(NX-1,J)-PHI(NX-2,J))/3.0
END DO
!
CALL RX2D (PHI,CK,SN,NX,NY,P,HX,HY)
END DO
!
DO I = 1, NX, ISKX
  X = (I-1)*HX
  DO J = 1, NY, ISKY
    Y = (J-1)*HY
    WRITE (6,"(3F16.8)") X,Y,PHI(I,J)
  END DO
END DO
END PROGRAM G_WATER

```

```

!
SUBROUTINE RX2D (FN, DN, S, NX, NY, P, HX, HY)
!
! Subroutine performing one iteration of the relaxation for
! the two-dimensional Poisson equation.
!
!
! IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: NX, NY
INTEGER :: I, J
REAL, INTENT (IN) :: HX, HY, P
REAL :: HX2, A, B, Q, CIP, CIM, CJP, CJM
REAL, INTENT (IN), DIMENSION (NX, NY) :: DN, S
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (NX, NY) :: FN
!
HX2 = HX*HX
A = HX2/(HY*HY)
B = 1.0/(4.0*(1.0+A))
Q = 1.0-P
!
DO I = 2, NX-1
  DO J = 2, NY-1
    CIP = B*(DN(I+1,J)/DN(I,J)+1.0)
    CIM = B*(DN(I-1,J)/DN(I,J)+1.0)
    CJP = A*B*(DN(I,J+1)/DN(I,J)+1.0)
    CJM = A*B*(DN(I,J-1)/DN(I,J)+1.0)
    FN(I,J) = Q*FN(I,J)+P*(CIP*FN(I+1,J)+CIM*FN(I-1,J) &
      +CJP*FN(I,J+1)+CJM*FN(I,J-1)+HX2*S(I,J))
  END DO
END DO
END SUBROUTINE RX2D

```

:46 برنامه

```

SUBROUTINE BSSL (BJ, BY, N, X)
!
! Subroutine to generate J_n(x) and Y_n(x) with given x and
! up to N=NMAX-NTEL.
!
! INTEGER, PARAMETER :: NMAX=30, NTEL=5
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I, J, K
REAL, INTENT (IN) :: X
REAL :: PI, GAMMA, SUM, SUM1
REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (0:N) :: BJ, BY
REAL, DIMENSION (0:NMAX) :: B1
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
GAMMA = 0.5772156649
!
B1(NMAX) = 0.0
B1(NMAX-1) = 1.0
!
! Generating J_n(x)
!
SUM = 0.0
DO I = NMAX-1, 1, -1
  B1(I-1) = 2*I*B1(I)/X-B1(I+1)
  IF (MOD(I,2).EQ.0) SUM = SUM+2.0*B1(I)
END DO
SUM = SUM+B1(0)
!

```

```

DO I = 0, N
  BJ(I) = B1(I)/SUM
END DO
!
! Generating Y_n(x) starts here
!
SUM1 = 0.0
DO K = 1, NMAX/2
  SUM1 = SUM1+(-1)**K*B1(2*K)/K
END DO
!
SUM1 = -4.0*SUM1/(PI*SUM)
BY(0) = 2.0*(ALOG(X/2.0)+GAMMA)*BJ(0)/PI+SUM1
BY(1) = (BJ(1)*BY(0)-2.0/(PI*X))/BJ(0)
DO I = 1, N-1
  BY(I+1) = 2*I*BY(I)/X-BY(I-1)
END DO
END SUBROUTINE BSSL

```

:47 برنامه

```

SUBROUTINE FFT (AR,AI,N,M)
!
! An example of the fast Fourier transform subroutine with N = 2**M.
! AR and AI are the real and imaginary part of data in the input and
! corresponding Fourier coefficients in the output.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N,M
INTEGER :: N1,N2,I,J,K,L,L1,L2
REAL :: PI,A1,A2,Q,U,V
REAL, INTENT (INOUT), DIMENSION (N) :: AR,AI
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
N2 = N/2
!
N1 = 2**M
IF(N1.NE.N) STOP 'Indices do not match'
!
! Rearrange the data to the bit reversed order
!
L = 1
DO K = 1, N-1
  IF (K.LT.L) THEN
    A1 = AR(L)
    A2 = AI(L)
    AR(L) = AR(K)
    AR(K) = A1
    AI(L) = AI(K)
    AI(K) = A2
  END IF
  J = N2
  DO WHILE (J.LT.L)
    L = L-J
    J = J/2
  END DO
  L = L+J
END DO
!
! Perform additions at all levels with reordered data

```



```

!
L2 = 1
DO L = 1, M
  Q = 0.0
  L1 = L2
  L2 = 2*L1
  DO K = 1, L1
    U = COS(Q)
    V = -SIN(Q)
    Q = Q + PI/L1
    DO J = K, N, L2
      I = J + L1
      A1 = AR(I)*U-AI(I)*V
      A2 = AR(I)*V+AI(I)*U
      AR(I) = AR(J)-A1
      AR(J) = AR(J)+A1
      AI(I) = AI(J)-A2
      AI(J) = AI(J)+A2
    END DO
  END DO
END DO
END SUBROUTINE FFT

```

:48 برنامه

```

PROGRAM DFT_EXAMPLE
!
! Example of the discrete Fourier transform with function f(x) =
! x(1-x) in [0,1]. The inverse transform is also performed for
! comparison.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=128,M=8
INTEGER :: I
REAL :: F0,H,X
REAL, DIMENSION (N) :: FR,FI,GR,GI
!
F0 = 1.0/SQRT(FLOAT(N))
H = 1.0/(N-1)
!
DO I = 1, N
  X = H*(I-1)
  FR(I) = X*(1.0-X)
  FI(I) = 0.0
END DO
!
CALL DFT (FR,FI,GR,GI,N)
DO I = 1, N
  GR(I) = F0*GR(I)
  GI(I) = F0*GI(I)
END DO
!
! Perform inverse Fourier transform
!
DO I = 1, N
  GI(I) = -GI(I)
END DO
CALL DFT (GR,GI,FR,FI,N)
DO I = 1, N
  FR(I) = F0*FR(I)
  FI(I) = -F0*FI(I)

```

```

        END DO
        WRITE (6,"(2F16.8)") (H*(I-1),FR(I),I=1,N,M)
        WRITE (6,"(2F16.8)") H*(N-1),FR(N)
    END PROGRAM DFT_EXAMPLE
    !
    SUBROUTINE DFT (FR,FI,GR,GI,N)
    !
    ! Subroutine to perform the discrete Fourier transform with
    ! FR and FI as the real and imaginary parts of the input and
    ! GR and GI as the corresponding output.
    !
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, INTENT (IN) :: N
    INTEGER :: I,J
    REAL :: PI,X,Q
    REAL, INTENT (IN), DIMENSION (N) :: FR,FI
    REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: GR,GI
    !
    PI = 4.0*ATAN(1.0)
    X = 2*PI/N
    !
    DO I = 1, N
        GR(I) = 0.0
        GI(I) = 0.0
        DO J = 1, N
            Q = X*(J-1)*(I-1)
            GR(I) = GR(I)+FR(J)*COS(Q)+FI(J)*SIN(Q)
            GI(I) = GI(I)+FI(J)*COS(Q)-FR(J)*SIN(Q)
        END DO
    END DO
    END SUBROUTINE DFT

```

:49 برنامه

```

PROGRAM S_L_LEGENDRE
    !
    ! Main program for solving the Legendre equation with the simplest
    ! algorithm for the Sturm-Liouville equation and the bisection method
    ! for the root search.
    !
    IMPLICIT NONE
    INTEGER, PARAMETER :: N=501
    INTEGER :: ISTEP
    REAL :: DL,H,AK,BK,DK,EK,F0,F1
    REAL, DIMENSION (N) :: U
    !
    ! Initialization of the problem
    !
    DL = 1.0E-06
    H = 2.0/(N-1)
    AK = 0.5
    BK = 1.5
    DK = 0.5
    EK = AK
    U(1) = -1.0
    U(2) = -1.0+H
    ISTEP = 0
    CALL SMPL (N,H,EK,U)
    F0 = U(N)-1.0
    !
    ! Bisection method for the root

```

```

!
DO WHILE (ABS(DK).GT.DL)
  EK = (AK+BK)/2.0
  CALL SMPL (N,H,EK,U)
  F1 = U(N)-1.0
  IF ((F0*F1).LT.0) THEN
    BK = EK
    DK = BK-AK
  ELSE
    AK = EK
    DK = BK-AK
    F0 = F1
  END IF
  ISTEP = ISTEP+1
END DO
!
WRITE (6,"(I4,3F16.8)") ISTEP,EK,DK,F1
END PROGRAM S_L_LEGENDRE
!
SUBROUTINE SMPL (N,H,EK,U)
!
! The simplest algorithm for the Sturm-Liouville equation.
!
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, INTENT (IN) :: N
INTEGER :: I
REAL, INTENT (IN) :: H,EK
REAL :: H2,Q,X,P,P1
REAL, INTENT (OUT), DIMENSION (N) :: U
!
H2 = 2.0*H*H
Q = EK*(1.0+EK)
DO I = 2, N-1
  X = (I-1)*H-1.0
  P = 2.0*(1.0-X*X)
  P1 = -2.0*X*H
  U(I+1) = ((2.0*P-H2*Q)*U(I)+(P1-P)*U(I-1))/(P1+P)
END DO
END SUBROUTINE SMPL

```

:50 برنامه

```

PROGRAM ONE_D_MOTION2
!
! Simplest predictor-corector algorithm applied to a particle in one
! dimension under an elastic force.
!
IMPLICIT NONE
INTEGER, PARAMETER :: N=101,IN=5
INTEGER :: I
REAL :: PI,DT
REAL, DIMENSION (N) :: T,V,X
!
PI = 4.0*ATAN(1.0)
DT =2.0*PI/100
X(1)=0.0
T(1)=0.0
V(1)=1.0
!

```

```
DO I = 1, N-1
  T(I+1) = I*DT
!
! Predictor for position and velocity
!
  X(I+1) = X(I)+V(I)*DT
  V(I+1) = V(I)-X(I)*DT
!
! Corrector for position and velocity
!
  X(I+1) = X(I)+(V(I)+V(I+1))*DT/2.0
  V(I+1) = V(I)-(X(I)+X(I+1))*DT/2.0
END DO
WRITE(6,"(3F16.8)") (T(I),X(I),V(I),I=1,N,IN)
END PROGRAM ONE_D_MOTION2
```