الفصل الثالث

البرامج الفرعية

FORTRAN 90

Subprograms or Procedures

إعداد :م. سناء مهدي

هي عبارة عن برامج قصيرة نسبيا تؤدي مهمة معينة للبرنامج الرئيسي ولها فوائد عديدة منها :

1- التمكن من تجزئة البرامج الكبيرة إلى لبنات بنائية (برامج فرعية) تقوم كل لبنة بمهمة معينة.

2- اختصار تكرار بعض الجمل في البرنامج الرئيس.

3- نتيجة لقصرها النسبي فان أمكانية فحصها والتأكد من عملها كلا على حدى , يجعل مهمة البرمجة أكثر سهولة واتقانا.

4- يمكن استخدامها في أي برنامج رئيسي آخر.

ومنها البرامج التي تقوم بعمليات إحصائية معينة أو إيجاد أفضل خط مستقيم يمر بعدة نقاط أو لحل منظومة من المعادلات التفاضلية.

تنقسم البرامج الفرعية إلى :

- البرامج الفرعية الداخلية Internal Subprograms
- البرامج الفرعية الخارجية External Subprograms

البرامج الداخلية تكون محتواة داخل البرنامج الرئيسي وبالتالي فأنها تترجم معه في كل تنفيذ. أما البرامج الخارجية فأنها تترجم بشكل منفصل عن البرنامج الرئيسي.

- **البرامج الفرعية الداخلية** ***Internal Subprograms***

تقسم البرامج الفرعية الداخلية إلى :

- الدوال Functions
- البرامج الروتينية Subroutines

1- الدوال: ***Functions***

لاحظنا سابقا كيف يمكننا استخدام بعض الدوال المجهزة من قبل Fortran 90 مثل : sin(x), cos(x) ... الخ. تمكننا هذه اللغة أيضا من بناء دوال خاصة بنا لكي تستخدم داخل البرنامج الرئيسي بنفس الطريقة.

الشكل العام للدالة Function :

```
Function Name(argument list)
Declaration stat.
Executable stat.
End Function Name
```

Ex.

Function Ynew (x,y,a)

تمثل x,y,a متغيرات الدالة وهي متغيرات وهمية (صورية) أهميتها تعريف الدالة.

تستدعى الدالة ***Ynew*** بالبرنامج الرئيسي بالشكل التالي : ***Ynew (u,v,p)***

* الدالة الخارجية Function هي عبارة عن برنامج فرعي يتكون من مجموعة من الجمل الفورترانية للقيام بمهمة معينة وتكتب بمعزل عن البرنامج الرئيسي الذي يستدعيها.
* الدالة الخارجية تعيد إلى البرنامج الرئيسي قيمة واحدة فقط.

مثال :- اكتب دالة لاستخراج قيمة الاقتران $\mathbf{F(x)=[10/x]^2}$

Solution

```
Function F(x)
Implicit none
Real :: F,x
F=(10.0/x)**2
End Function F
```

تمرين : اكتب برنامجا لإيجاد قيمة F من الاقتران التالي $\mathbf{F(x)=[10/x]^2}$ عندما تكون قيم x هي إحدى القيم التالية 1,10,100,1000.

مثال:- جد جذور المعادلة التالية $F(x)=x^3+x-3$ باستخدام طريقة Newton-Raphson وذلك باستخدام العلاقة التالية

$$x_{n+1} = x_n - \frac{F(x_n)}{\overline{F}(x_n)}$$

أبدا بـ x=2 ويتوقف البرنامج عندما يكون الفرق بين القيمتين 10^{-6} أو عندما يصل عدد مرات التكرار 20 مرة.

Solution

```
Program Newton
Implicit none
Integer :: I
Real :: eps =10^-6
Real :: x=2,x_n
DO I=1,20
x_n=x-F(x)/DF(x)
IF( abs(x_n-x) < eps) Exit
x=x_n
End Do
Print*,' Newton convergence ',x,I
Contains
!**********************************
```

```
Function F(x)
Real F,x
F=x**3+x-3
End Function F
```

```
Function DF(x)
Real DF,x
F=3*x**2+1
End Function DF
End
```

ملاحظات :-

- كل البرامج الفرعية الداخلية توضع بين عبارة Contains وعبارة End الخاصة بالبرنامج الرئيسي.
- البرامج الفرعية تشبه البرنامج الرئيسي ما عدا لبناته (header) وجملة End.
- البرامج الداخلية لا تحتوي على برامج فرعية أخرى . وبالتالي لا تحتوي على عبارة Contains.
- يجب أن تستخدم implicit none في البرنامج الرئيسي إذا احتوى على البرامج الفرعية وعندئذ يجب الإعلان عن اسم الدالة والمتغيرات بجملة النوع في البرنامج الرئيسي وكذلك في جسم الدالة.
- اسم الدالة يجب أن يظهر ولو لمرة واحدة على الطرف الأيسر بجملة الإحلال (في البرنامج الفرعي) فعن طريق اسم الدالة تنتقل النتيجة النهائية إلى البرنامج الرئيسي.
- عندما يظهر اسم الدالة بالجانب الأيسر من علامة المساواة فان المتغيرات (argument) تحذف مثلا,

```
F=x**3+x-3
```

- تكتب الدالة في الطرف الأيمن بجملة الإحلال في البرنامج الرئيسي.

2- البرامج الروتينية *Subroutines*

البرامج الروتينية تكون مشابه للدوال (Functions) ولكن هنالك بعض الفروقات وهي :

- البرنامج الفرعي يستدعى داخل البرنامج الرئيسي باستخدام عبارة call بينما الدالة تستدعى عن طريق جمل الإحلال في الطرف الأيمن من جملة الإحلال.
- تستخدم كلمة subroutine في التعريف في بداية البرنامج الفرعي وفي نهايته بجملة End, بينما تستخدم عبارة Function في تعريف ونهاية الدالة.
- الروتين الفرعي subroutine يعيد إلى البرنامج الرئيسي بعد استدعائه نتيجة أو أكثر بعكس الدالة التي تعيد نتيجة واحدة.

- الشكل العام

```
Subroutine Name(argument list)
Declaration stat.
Executable stat.
End Subroutine Name
```

مثال :- اكتب برنامج يقرا رقمين يمثلان قيم A,B ثم يقوم وباستخدام برنامج فرعي داخلي باستبدال قيمة A مع B وبالعكس ثم يطبع الحالة الجديدة لـ A و B.

Solution

```
Program sp
Implicit none
Real :: A,B
Read*,A,B
Call SAB(A,B)
```

```
Print*,A,B
Contains
Subroutine SAB(x,y)
Real :: T,x,y
T=x ; x=y ; y=T
End Subroutine SAB
End
```

تمرين :-

- اكتب برنامجا يقوم بترتيب ثلاث قيم لمتغيرات ترتيبا تصاعديا ومن ثم طباعتها.
- اكتب برنامجا يقوم بترتيب ثلاث قيم لمتغيرات ترتيبا تصاعديا ومن ثم طباعتها مستخدما روتينا فرعيا للاستبدال.

البرامج الفرعية الخارجية *External Subprograms*

هذه البرامج عبارة عن برامج فرعية تؤدي غرض معين ومحدد, توضع في ملف منفصل عن البرنامج الرئيسي أو بعد عبارة End. تكون برامج خارجية لتعطي إمكانية الوصول لها من برامج مختلفة. تقسم البرامج الفرعية الخارجية إلى :

- الدوال Functions
- البرامج الروتينية Subroutines

ولهما الشكل التالي :

```
Function Name (arg. List)
Decl. stat.
Excu. stat.
Contains
Internal subprograms
End
```

Subroutine Name (arg. List)

Decl. stat.

Excu. stat.

Contains

Internal subprograms

End

هنالك فروقات بين البرامج الفرعية الداخلية والخارجية .

1- يمكن للبرامج الخارجية أن تحوي برامج داخلية بينما لا تحوي البرامج الداخلية برامج فرعية داخلية أخرى.

2- في عبارة End الخاصة بالبرنامج الخارجي تكون كلمتي Subroutine و Function اختيارية. بينما يكون وجودها إلزامي في البرنامج الداخلي.

3- البرامج الخارجية تترجم مرة واحدة بينما البرامج الداخلية تترجم كل مرة يترجم بها البرنامج الرئيسي فتوفر كثير من الوقت.

4- البرامج الخارجية تكتب في ملف منفصل عن البرنامج الرئيسي أو بعد عبارة End. بينما البرامج الداخلية تكون محتواة في البرنامج الرئيسي بعد كلمة Contains.

مثال :- اكتب برنامج يقرا A,B ثم يقوم وباستخدام برنامج فرعي خارجي باستبدال قيمة A مع B وبالعكس ثم يطبع الحالة الجديدة لـ A و B.

Solution

```
Program sp
External  SAB
Real :: A,B
Read*,A,B
Call SAB(A,B)
Print*,A,B
End
Subroutine SAB(x,y)
Real :: T,x,y
T=x ; x=y ; y=T
End Subroutine
```

ملاحظة :

عندما يكتب البرنامج الرئيسي في ملف والبرنامج الفرعي في ملف منفصل ويكون امتدادهما F90 يجب أن :

a) تفعيل البرنامج الرئيسي.
b) ثم تفعيل الروتين الخارجي .
c) تنفيذ البرنامج الرئيسي.