الفصل الثاني : شفرات (كود) الحاسب

(٢-١) مقدمة :

لمعالجة بيانات باستخدام الحاسب ، يجب أن توضع هذه البيانات بشفرة (كود) معينة في صورة متتابعة من الوحدات الأساسية ، أى فى صورة أعداد ثنائية ، ولكن وجد أن سلاسل الوحدات الأساسية ، التالية مثلاً : 110110110 11010100110 110101100110 يصعب تذكرها أو التمييز بينها ، ويكون استخدام النظام العشري الموجز 3510 ، 3430 ، 3382 أفضل ، ولتخطي الفجوة بين النظام العشري والنظام الثنائي ، فإن أنظمة أعداد أخرى تستخدم للتعامل مع الحاسبات ، وبصفة رئيسية ، النظام الثماني ($b=8$) ونظام الستة عشر ($b=16$) ، من جهة فلأن 16 و 8 قوتان من قوى العدد 2 يوجد تحويل فوري من النظام الثماني والنظام الستة عشر إلى النظام الثنائي والعكس ، ومن جهة أخرى فإن النظام الثماني والنظام الستة عشر يماثل مقارنتهما من حيث الإيجاز بالنظام العشري .

(٢-٢) نظم الأعداد :

أي عدد صحيح موجب $b>1$ يمكن اختياره كأساس لنظام أعداد يعتمد على المكان مشابه للنظام العشري ($b=10$) أو النظام الثنائي ($b=2$) ، مثل هذا النظام يستخدم b من الرموز للأعداد الصحيحة :

$$0, 1, 2, 3, \ldots, b-1$$

هذه الرموز تسمى أرقام النظام .

أي عدد صحيح N يمثل في هذا النظام بمتتابعة من أرقام الأساس b :

$$N = a_n a_{n-1} \ldots a_1 a_0$$

وبالتالي b^k هي قيمة المكان للرقم a_k ، ويكون :

$$N = a_n \times b^n + a_{n-1} \times b^{n-1} + \ldots + a_2 \times b^2 + a_1 \times b^1 + a_0 \times b^0$$

والتي تسمى صورة المفكوك للعدد N .

- التحويل من الأساس b إلى العشري :

التحويل نستخدم صورة المفكوك العددي .

- مثال (1) :

أحسب كل من التحويلات التالية : (أ) $(4205)_6 = (\quad)_{10}$

(ب) $(415.623)_4 = (\quad)_{10}$

الحل

(أ) $4205 = 4\times6^3 + 2\times6^2 + 0\times6 + 5$

$= 864 + 72 + 5 = 941$

$\therefore (4205)_6 = (941)_{10}$

(ب) $415.623 = 4\times4^2 + 1\times4 + 5\times4^0 + 6\times4^{-1} + 2\times4^{-2} + 3\times4^{-3}$

$= 64 + 4 + 5 + 1.5 + 0.125 + 0.046875 = 74.671875$

$\therefore (415.623)_4 = (74.671875)_{10}$

- التحويل من العشري إلى الأساس b :

الجزء الصحيح ← نستخدم القسمة أو التحليل .

الجزء الكسري ← نستخدم الضرب .

مثال (2) :

حول كل مايأتي : (أ) $(653)_{10} = (\quad)_5$

(ب) $(0.4375)_{10} = (\quad)_4$

الحل

(أ)

653	5	3
130	5	0
26	5	1
5	5	0
1	5	1

$\therefore (653)_{10} = (10103)_5$

(ب)

$0.4375 \times 4 = 1.75$ → 1

$0.75 \times 4 = 3.00$ → 3

$\therefore (0.4375)_{10} = (0.13)_4$

(٢-٣) النظام الثماني Octal :

النظام الثماني هو النظام ذو الأساس $b = 8$ وأرقامه الثمانية هي :

$0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$

التحويل من ثماني إلى عشري وبالعكس :

يتم باستخدام النظامين الحسابيين في البند السابق (٢-٢) .

مثال (3) :

حول ما يلي : (أ) $(2708)_8 = (\quad\quad)_{10}$

(ب) $(10854)_{10} = (\quad\quad)_8$

الحل

(أ) $2708 = 2 \times 8^3 + 7 \times 8^2 + 0 \times 8 + 8 \times 8^0$

$= 1024 + 448 + 8$

$= 1480$

$\therefore (2708)_8 = (1480)_{10}$

(ب)

1480	6
1356	4
169	1
21	5
2	2

$\therefore (10854)_{10} = (25146)_8$ □

- التحويل من ثماني إلى ثنائي وبالعكس :

$\because b = 8 = 2^3$ فإن كل رقم ثماني له تمثيل وحيد يتكون من ثلاث وحدات أساسية

كما في الجدول (١) التالي :

المكافئ الثنائي	الرقم الثماني
000	0
001	1
010	2
011	3
100	4
101	5
110	6
111	7

لتحويل من ثماني إلى ثنائي نستبدل كل رقم ثماني بالمكافئ الثنائي المكون من ثلاث وحدات أساسية (٣ تبات) ، وبالعكس لتحويل من ثنائي إلى ثماني نجزء العدد الثنائي الى اجزاء كل منها ثلاث وحدات أساسية [تبدأ عملية التجزئ من العلامة الثنائية ، وتضاف اصفار عند اللزوم] ونستبدل بكل جزء الرقم الثماني المكافئ .

- مثال (٤) :

حول العمليات التالية :

(أ) $(7145)_8 = (111001100101)_2$

(ب) $(110100011)_2 = (643)_8$

(جـ) $00(0101101)_2 = (055)_8$

(د) $(110011.101100)_2 = (63.54)_8$

(هـ) $00(1011.11)^{0}_{2} = (13.6)_8$

ـ الحساب الثماني :

ـ الجمع :

القاعدة : (١) أجمع الرقمين الثمانيين جمع عشري .

(٢) إذا كان المجموع أكبر من 7 اطرح المجموع من 8 ورحل واحد للعمود الذي يليه .

ـ مثال (5) :

أجمع : (أ) $(4)_8 + (2)_8$ (ب) $(5)_8 + (6)_8$

(جـ) $(56)_8 + (32)_8$ (د) $(4176)_8 + (6254)_8$.

الحل

(أ)
$$\begin{array}{r} 4 \\ +\ 2 \\ \hline 6 \end{array}$$

(ب)
$$\begin{array}{r} 5 \\ +\ 6 \\ \hline 11 \\ -\ 8 \\ \hline (13)_8 \end{array}$$

(جـ)
$$\begin{array}{rrr} & \overset{1}{3} & 2 \\ + & 5 & 6 \\ \hline & 9 & 8 \\ & -8 & -8 \\ \hline (1 & 1 & 0)_8 \end{array}$$

(د)
$$\begin{array}{rrrrr} & 6 & \overset{1}{2} & \overset{1}{5} & 4 \\ + & 4 & 1 & 7 & 6 \\ \hline & 10 & 4 & 13 & 10 \\ & -8 & -0 & -8 & -8 \\ \hline (1 & 2 & 4 & 5 & 2)_8 \end{array}$$

ـ الطرح : لإتمام عملية الطرح نستخدم المكملات والقاعدة : (١) أوجد مكمل السبعات .

(٢) أوجد مكمل الثمانيات . (٣) أجمع مكمل الثمانيات مع العدد الأصلي .

ـ مثال (6) :

إذا كان $A = (6214)_8$ و $B = (3527)_8$ ، فأوجد الفرق $Y = A - B$ ؟

الحل

(١) مكمل السبعات لـ B هو : 4250

(٢) مكمل الثمانيات لـ B هو : 4251 .

(٣) أجمع :

$$\begin{array}{rrrrr} & 6 & 2 & 1 & 4 \\ + & 4 & 2 & 5 & 1 \\ \hline & 10 & 4 & 6 & 5 \\ & -8 & & & \\ \hline 1 & 2 & 4 & 6 & 5 \end{array}$$

1 ← يحذف تلقائياً .

(٢-٤) النظام الستة عشر :-

نظام الأعداد ذو الأساس b = 16 ، يتطلب هذا النظام 16 رمزاً ، ورموزها هي الأرقام العشرية إضافة إلى الحروف الستة الأولى من حروف الهجاء ، حيث أن $2^4 = 16$ فإن كل رقم من هذا النظام له تمثيل وحيد في أربع وحدات أساسية .

أرقام النظام الستة عشر	القيم العشرية	المكافئ الثنائي
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

- التحويل من نظام ستة عشر إلى عشري والعكس :

يمكن إجراءه باستخدام النظامين الحسابيين في البند (٢-٢) ، أي التحويل من الستة عشر إلى عشري نستخدم المفكوك ، وللتحويل من عشري إلى الستة عشر نستخدم القسمة (التحليل) للجزء الصحيح والضرب للجزء الكسري .

مثال (7) :

حول من النظام الستة عشر إلى النظام العشري للعدد 39.B8 ؟

الحل

$$39.B8 = 3 \times 16^{1} + 9 \times 16^{0} + 11 \times 16^{-1} + 8 \times 16^{-2}$$

$$= 48 + 9 + 0.6875 + 0.03125$$

$$= 57.71875$$

$$\therefore (39.B8)_{16} = (57.71875)_{10}$$

مثال (8) :

حول العدد العشري 9719.78125 إلى نظام الستة عشر ؟ .

الحل

(أ) الجزء الصحيح 9719 :

9719	16	7
607	16	15=F
37	16	5
2	16	2

(ب) الجزء الكسري 0.78125 :

$$0.78125 \times 16 = \underline{12}.5 \quad C=12$$

$$0.5 \times 16 = 8.00 \quad 8$$

$$\therefore (9719.78125)_{10} = (25F7.C8)_{16}$$

- التحويل من نظام الستة عشر إلى النظام الثنائي وبالعكس :

لتحويل عدد في نظام الستة عشر إلى النظام الثنائي نستبدل كل رقم في نظام الستة عشر بالمكافئ الثنائي المكون من 4 وحدات ثنائية أساسية والعكس بالنسبة لتحويل من النظام الثنائي إلى النظام الستة عشر .

مثال (٩) :

حول كلا من :

(أ) $(5B69)_{16} = (0101101101101001)_2$

(ب) $(68.4FD)_{16} = (01101000.010011111101)_2$

(جـ) $000(1100101000111)_2 = (1947)_{16}$

(د) $00(101110.101100110100)_2 = (2E.B34)_{16}$

- الحساب في النظام الستة عشر :

- الجمع :

* القاعدة : (أ) أجمع العددين في نظام الستة عشر جمع عشري

(ب) إذا كان المجموع أكبر من 15 إطرح المجموع من 16 ورحل 1 للعمود الذي يليه.

مثال (١٠) :

أجمع ما يلي : (أ) $(9)_{16}+(4)_{16}$ (ب) $(9)_{16}+(8)_{16}$ (جـ) $(6)_{16}+(4)_{16}$

(د) $(5)_{16}+(C)_{16}+(3)_{16}$ (هـ) $(A472)_{16}+(91E3)_{16}$ (و) $(9D86)_{16}+(82C5)_{16}$

الحل

(أ)
$$\begin{array}{r} 9 \\ +\ 4 \\ \hline 13 \\ \hline (D)_{16} \end{array}$$

(ب)
$$\begin{array}{r} 1 \\ 9 \\ +\ 8 \\ \hline 17 \\ -16 \\ \hline 11 \end{array}$$

(جـ)
$$\begin{array}{r} 6 \\ +\ 4 \\ \hline 10 \\ \hline A \end{array}$$

(د)
$$\begin{array}{r} 1 \\ 5 \\ +\ C \\ \hline 17 \\ -16 \\ \hline 11 \\ 3 \\ \hline 14 \end{array}$$

(هـ)
$$\begin{array}{rrrrr} 1 & & 1 & & \\ & A & 4 & 7 & 2 \\ + & 9 & 1 & E & 3 \\ \hline & 19 & 6 & 21 & 5 \\ & -16 & -0 & -16 & -0 \\ \hline (1 & 3 & 6 & 5 & 5)_{16} \end{array}$$

(و)
$$\begin{array}{rrrrr} 1 & 1 & 1 & & \\ & 9 & D & 8 & 6 \\ + & 8 & 2 & C & 5 \\ \hline & 18 & 16 & 20 & 11 \\ & -16 & -16 & -16 & -0 \\ \hline (1 & 2 & 0 & 4 & B)_{16} \end{array}$$

- الطرح :

نستخدم المكملات وذلك كتالي :

(i) نوجد مكمل الأساس ناقص واحد (مكمل 15) وذلك لطرح كل رقم من أرقام النظام من العدد 15 .

(ii) نوجد مكمل الأساس (مكمل 16) وذلك بإضافة 1 لمكمل 15 .

(iii) نجمع مكمل 16 مع العدد الأصلي .

مثال (11) :

أطرح $(42AF1)_{16} - (74B64)_{16}$ ؟

الحل

(i) مكمل 15 للعدد المطروح منه هو BD50E .

(ii) مكمل 16 للعدد المطروح منه يكون :

$$\begin{array}{r} BD50E \\ +\quad 1 \\ \hline BD50F \end{array}$$

(iii) نجمع :

$$\begin{array}{cccccc} 1 & 1 & 1 & & 1 & \\ & 7 & 4 & B & 6 & 4 \\ + & B & D & 5 & 0 & F \\ \hline & 19 & 18 & 16 & 7 & 19 \\ & -16 & -16 & -16 & -0 & -16 \\ \hline 1 & 3 & 2 & 0 & 7 & 3 \end{array}$$

يحذف تلقائياً .

٢-٥) الشفرات BCD ذات ٤ وحدات أساسية :

الشفرات : هي طريقة لتمثيل البيانات العددية في الحاسب الآلي .

من طرق التمثيل :

① التشفير الثنائي الصريح :

مثال $A = (75)_{10} = (1001011)_2$

75	2	1
37	2	1
18	2	0
9	2	1
4	2	0
2	2	0
1	2	1

② التشفير الثنائي للأعداد العشرية (BCD) :

يمكن تشفير العدد A [حيث نفرض A عدد عشري] باستخدام شفرة BCD وذلك لتشفير كل رقم من أرقام A بأربع وحدات أساسية ،

وهناك أنواع لشفرات BCD وهي :

(أ) شفرة BCD ذات الأوزان 1-2-4-8 :

شفرة BCD	الأرقام العشرية
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9

مثال (12) : شفر العدد العشري $N = 876$ باستخدام الشفرة BCD ذات الأوزان 8-4-2-1 ؟

الحل

$$\begin{array}{ccc} 8 & 7 & 6 \\ 1000 & 0111 & 0110 \end{array} \qquad \therefore (100001110110)$$

مثال (13) : حل شفرة العدد 0011000001111000 ؟

الحل

$$\underbrace{0011}_{3}\ \underbrace{0000}_{0}\ \underbrace{0111}_{7}\ \underbrace{1000}_{8} \qquad \therefore = (3078)_{10}$$

(ب) شفرة BCD ذات الأوزان المختلفة :

مثال : أوزان 1-2-2-4 ، كيف كتابة أي رقم عشري كتالي :

4 → 1000

3 → 0101
0011

5 → 1001
0111

(جـ) الشفرة BCD بدون أوزان (XS-3) :

التشفير باستخدام XS-3 يتم عن طريق إضافة رقم (3) ، $(0011)_2$ إلى الشفرة BCD ذات الأوزان 1-2-4-8 .

مثال (14) : شفر العدد العشري $N = 792$ باستخدام شفرة BCD XS-3 ؟

الحل

الأرقام العشرية :	2	9	7
شفرة BCD ذات الأوزان 8-4-2-1 :	0010	1001	0111
إضافة 3 :	0011	0011	0011
شفرة XS-3 :	0101	1100	1010

مثال (15) : شفّر العدد العشري $N = 207$ بإستخدام شفرة XS-3 .

الحل

الأرقام العشرية	:	7	0	2
شفرة BCD ذات الأوزان 1-2-4-8	:	0111	0000	0010
إضافة 3	:	0011	0011	0011
شفرة XS-3	:	1010	0011	0101

* ملاحظة :

بمقارنة المثال (14) و (15) نجد أن العدد العشري 792 هو مكمل التسعات للعدد 207 ، بينما العدد الثنائي في المثال (14) هو مكمل الواحدات في المثال (15) ، بسبب هذه الميزة فإن الحساب بإستخدام الشفرة XS-3 BCD أسهل من الحساب بإستخدام الشفرة BCD ذات الأوزان 1-2-4-8 .

- مقارنة :

(1) التحويل من عشري إلى ثنائي وبالعكس ⇐ شفرة الأوزان 1-2-4-8 أسهل من XS-3 .

(2) اجراء العمليات الحسابية ⇐ شفرة XS-3 أكمل من شفرة الأوزان 1-2-4-8 .