جامعة المنارة الخاصة

كلية الهندسة

هندسة الميكاترونيكس

Information System Security

أمن نظم المعلومات

مدرسة المقرر

د. بشرى علي معلا

الفصل الدراسي الثاني

الأربعاء 3-5-2023

عناوين المحاضرة الثالثة

- مقدمة عن Feistel cipher
- مخطط مقياس تعمية المعطيات DES(Data Encryption Standard)
  - ✓ الشكل العام للخوارزمية
  - ✓ المراحل العامة لعملية التعمية
  - ✓ المراحل العامة لعملية معالجة النص الصريح

مقدمة عن Feistel Cipher

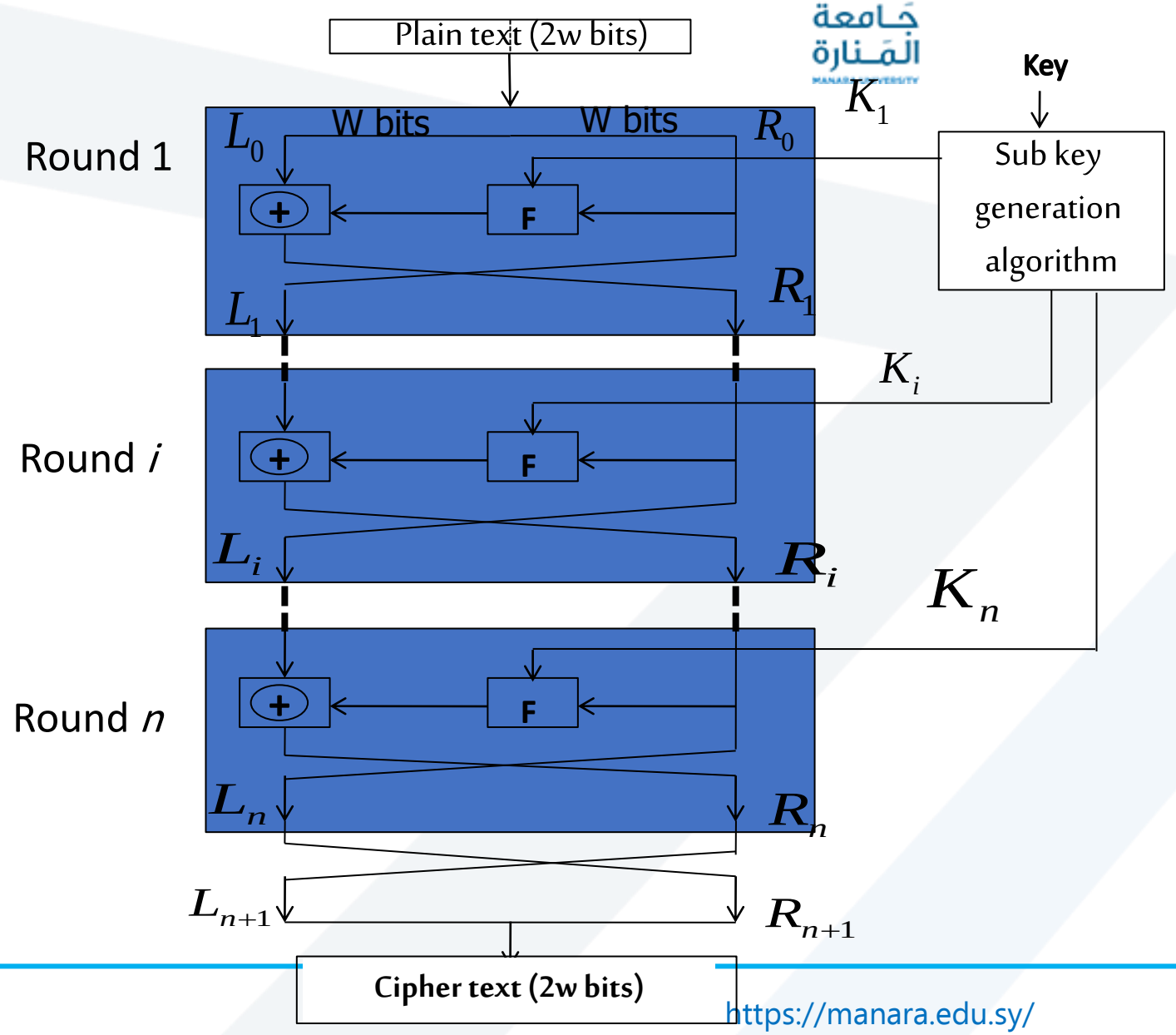
- تمتلك خوارزميات التشفير الكتلي التقليدية هيكلية وصفت لأول مرة من قبل Horst Feistel من IBM عام 1973.
- تعتمد على بارامترات التصميم الآتية:

كلما كان طول الكتلة و طول المفتاح أكبر كلما كان مستوى الأمن أعلى

- ✓ طول البلوك / الكتلة (Block Size)
- ✓ طول المفتاح (Key Size)

- ✓ عدد الحلقات (Number of rounds) : يزيد استخدام الدورات المتعددة من مستوى الأمن
- ✓ خوارزمية توليد المفتاح الجزئي (Subkey generation algorithm) : كلما كانت الخوارزمية أكثر تعقيداً كلما ارتفع مستوى حصانتها ضد تحليل التعمية.
- ✓ برمجيات تشفير وفك تشفير سريعة (Fast Soft ware Encryption /Decryption) : و هي تخص سرعة تنفيذ الخوارزمية التي تظهر أهميتها عند تضمين التعمية في التطبيقات العملية.

الشكل العام لشبكة Feistel



خطوات عمل Feistel Chiper

❖ دخل الخوارزمية هو عبارة عن كتلة من النص الصريح بطول 2w خانة والمفتاح K .

➢ خطوات العمل:

✓ يقسم كتلة النص الصريح إلى نصفين L0, R0 .

✓ يمر هذان النصفان من خلال n حلقة معالجة.

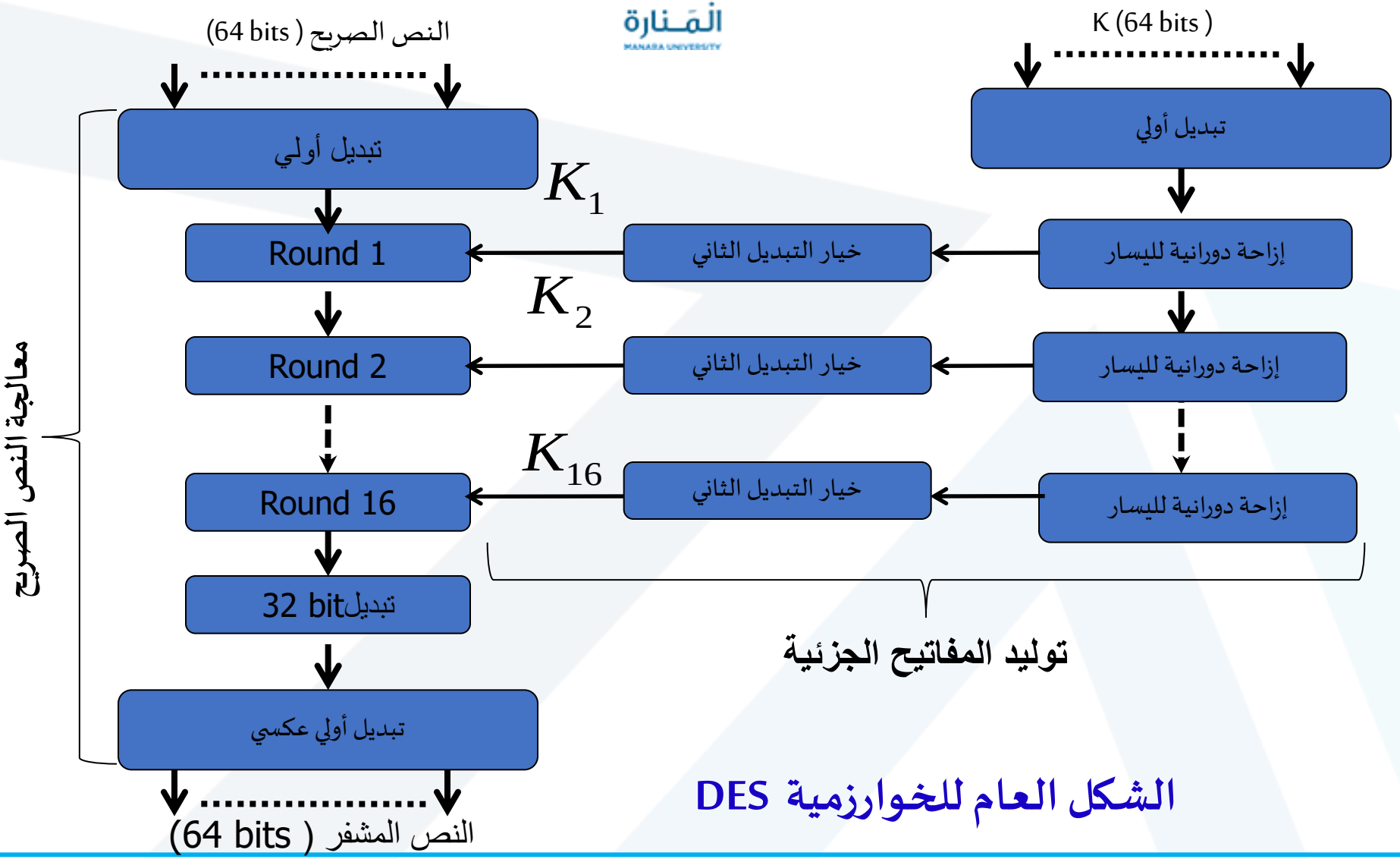
✓ في النهاية يضم هذان النصفان لإنتاج النص المشفر.

✓ تكون المفاتيح الجزئية مختلفة عن بعضها البعض و عن المفتاح الأساسي K .

✓ تتم عملية فك التشفير اعتماداً على نفس عملية التشفير و لكن مع عكس ترتيب المفاتيح أي $K_n \longrightarrow K_1$

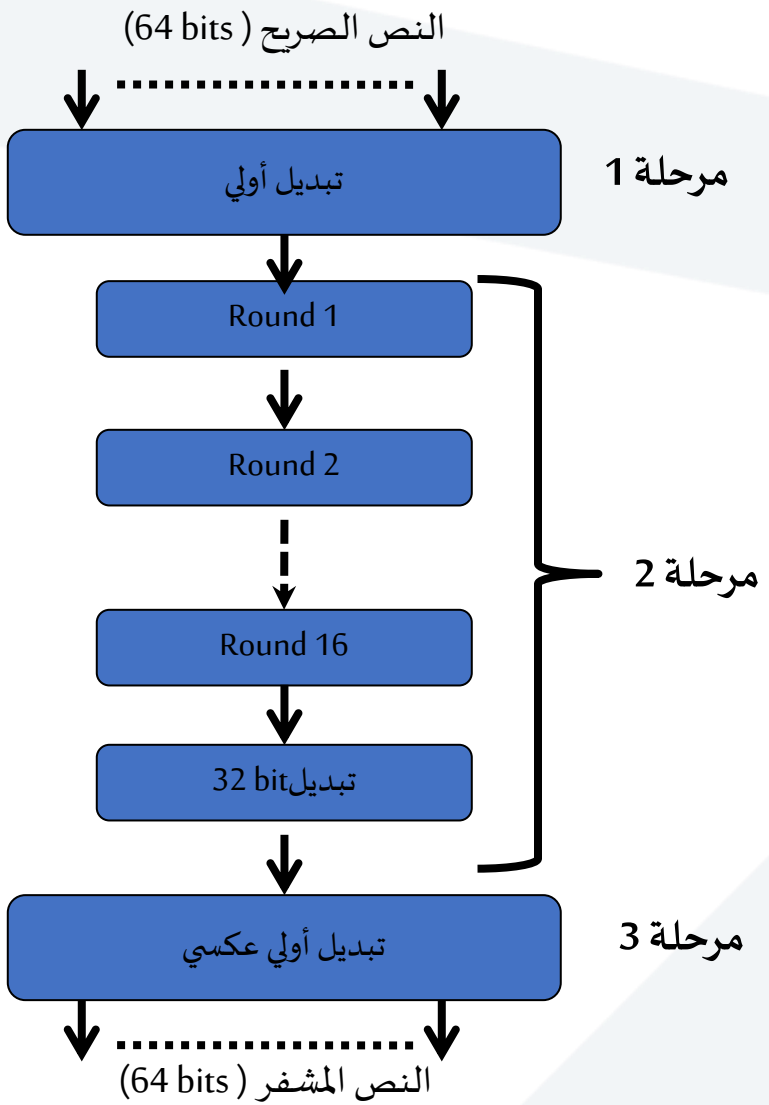
خوارزمية معيار تشفير المعطيات
DES(Data Encryption Standard)

- تسمى أيضاً خوارزمية تشفير المعطيات (Data Encryption Algorithm) DEA.
- تعد أكثر خوارزميات التشفير المتناظر الكتلي انتشاراً
- تستخدم دخلين:
  - النص الصريح المطلوب تعميته (كتلة مكونة من 64 خانة)
  - المفتاح مكون من 64 خانة (عملياً طوله 56 خانة و 8خانات إزدواجية)
- تعطي خرجاً يمثل النص المشفر المكون من 64 خانة



الشكل العام للخوارزمية DES

عملية معالجة النص الصريح:



- تشمل عملية المعالجة ثلاث مراحل أساسية :

✓ مرحلة 1 : تبديل مواقع أولي IP (Initial Permutation)

✓ مرحلة 2 : مكونة من 16 حلقة تشمل تابعين :

1. تابع تبديل حروف
2. تابع تبديل مواقع

خرج هذه المرحلة مكون من 64 خانة , يتم بعد ذلك تبديل نصفي الخرج مع بعضهما (تبديل 32 bits)

✓ مرحلة 3: تبديل مواقع أولي عكسي IP^{-1} و يكون الناتج هو النص المشفر

عملية معالجة النص الصريح وفق DES (1/3)

Li	58	50	42	34	26	18	10	2
	60	52	44	36	28	20	12	4
	62	54	46	38	30	22	14	6
	64	56	48	40	32	24	16	8
Ri	57	49	41	33	25	17	9	1
	59	51	43	35	27	19	11	3
	61	53	45	37	29	21	13	5
	63	55	47	39	31	23	15	7

X=IP(M)

- مرحلة 1: عملية التبديل الأولي (IP):

✓ تنفذ عملية التبديل الأولي :

من أجل خانات الدخل (M) الـ 64 مرقمة من 1 إلى 64

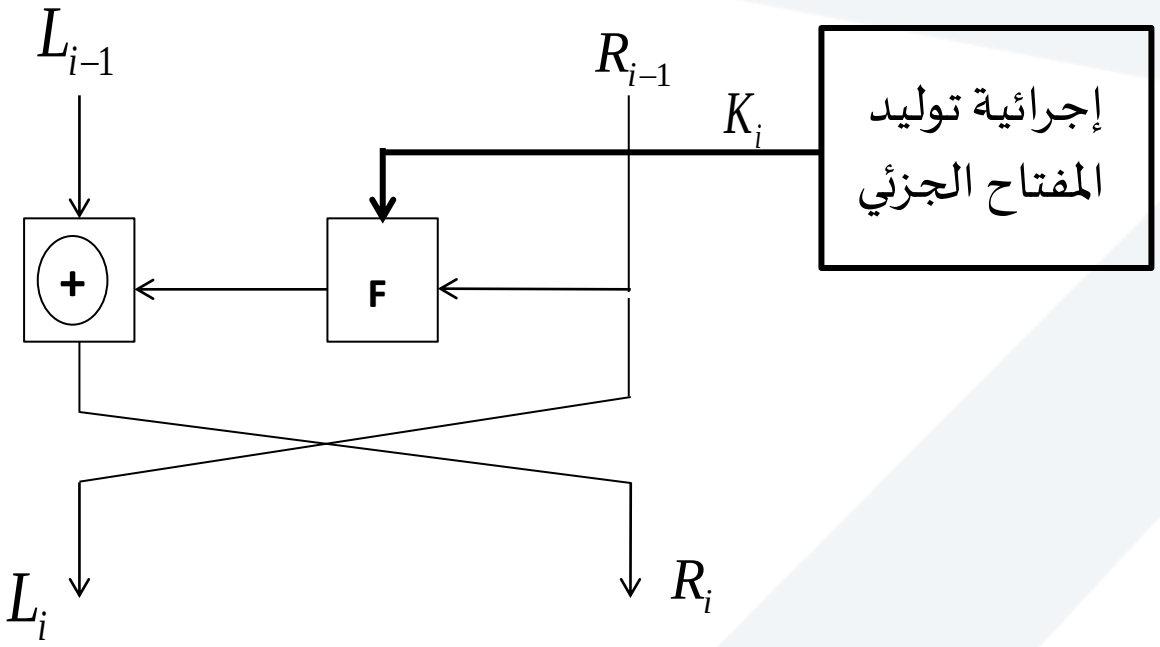
فتكون الغاية من عملية التبديل هي إعادة ترتيب البتات وفق الجدول المجاور:

عملية معالجة النص الصريح وفق DES (2/3)

- مرحلة 2 : تقسم إلى جزأين

1. تنفيذ الـ 16 حلقة: سندرس البنية الداخلية للحلقة
2. التبديل 32bits : هي تبديل نصفي الخرج مع بعضهما أي جعل الجزء اليساري يميني و بالعكس

البنية الداخلية للحلقة الواحدة في DES (1/4):

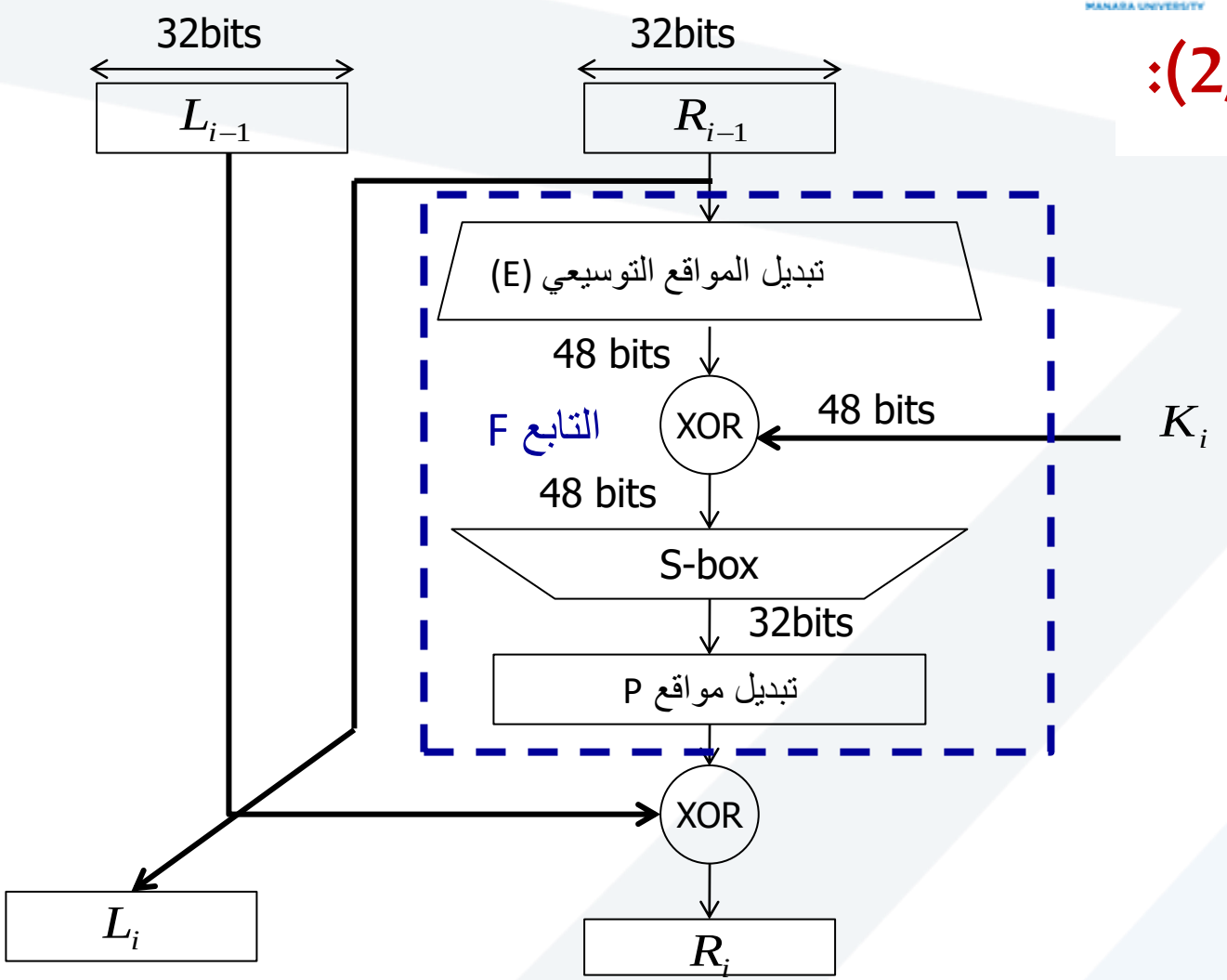


يعبر عن عملية المعالجة كما يلي:

$$L_i = R_{i-1}$$

$$R_i = L_{i-1} \oplus F(R_{i-1}, K_i)$$

البنية الداخلية للحلقة الواحدة في DES (2/4):



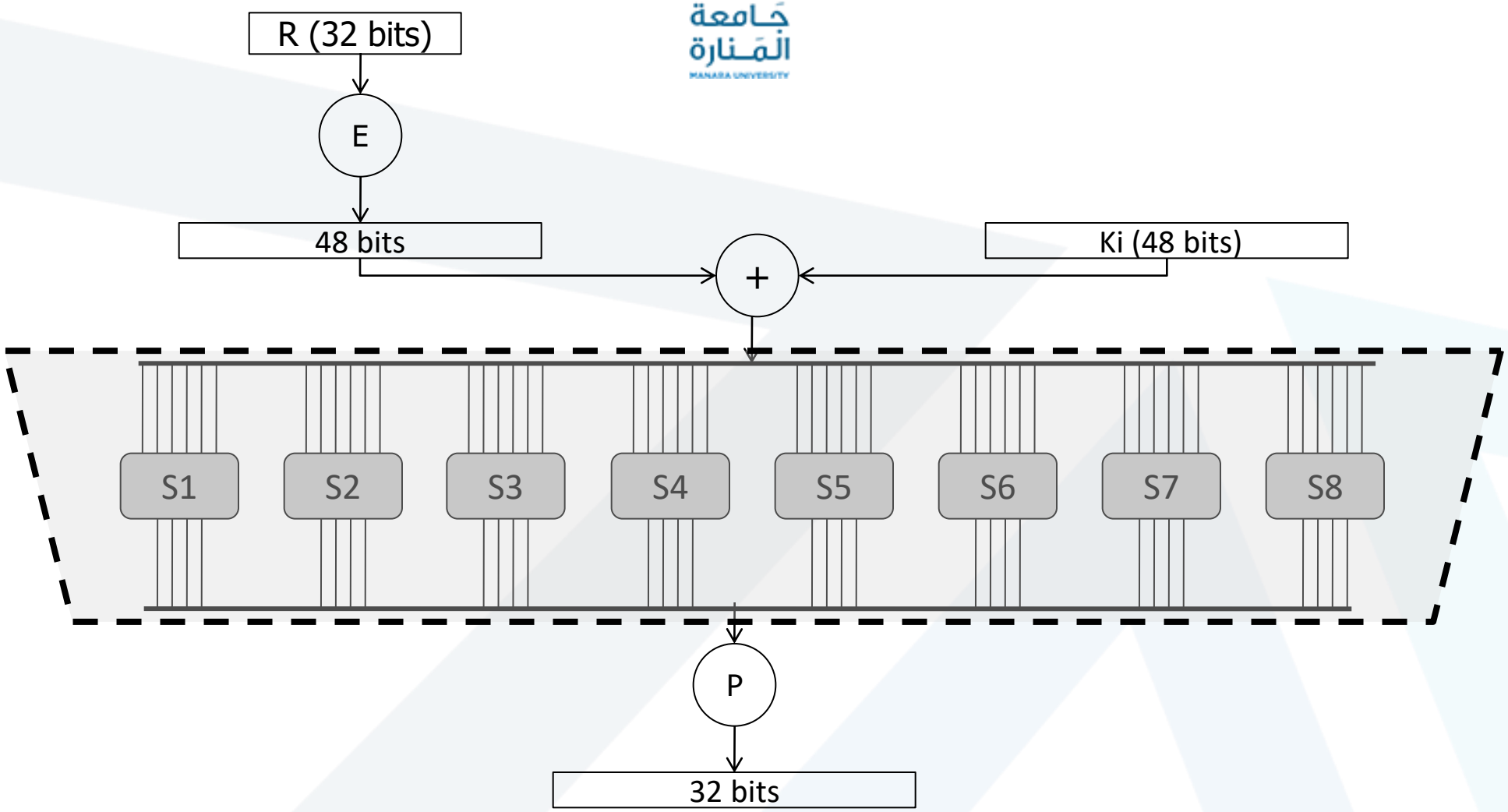
البنية الداخلية للحلقة الواحدة في DES (3/4):

✓ **تنفيذ التابع F :**

➢ له دخلان هما:

- مفتاح الحلقة (مفتاح جزئي) مكون من 48 خانة
- الدخل R (الجزء الأيمن من الكتلة) و مكون من 32 خانة

و يتضمن أربع مراحل كما يظهر في الشكل الآتي:



مخطط تنفيذ التابع F

مراحل تنفيذ التابع F (1/ 3)

1 .يتم توسيع الدخل R ليصل إلى 48 خانة، باستخدام الجدول الآتي (E):

32	1	2	3	4	5
4	5	6	7	8	9
8	9	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29
28	29	30	31	32	1

جدول تبديل المواقع التوسيعي (E)

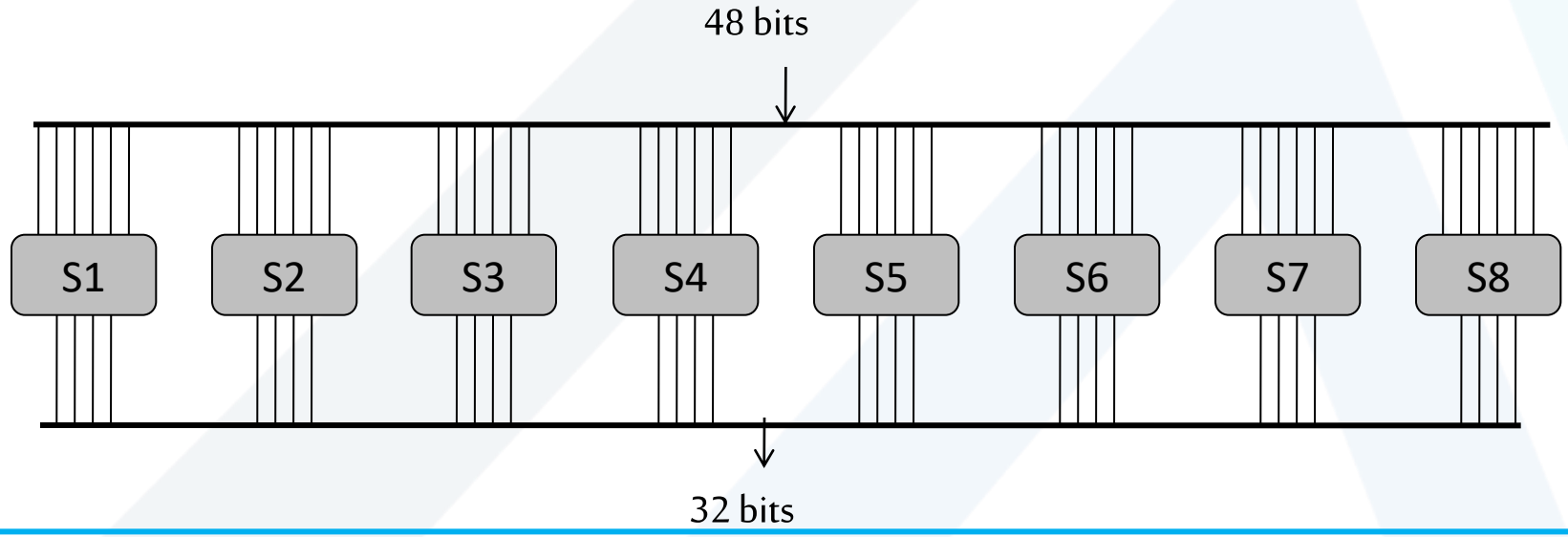
حيث تكرر 16 خانة من خانات الدخل R

مراحل تنفيذ التابع F (2/3)

2. تجمع R الموسعة مع المفتاح الجزئي باستخدام بوابة XOR, فيكون الناتج مكون من 48 خانة .

3. تجرى عليه عملية تبديل الحروف و ذلك بإدخاله على ما يسمى S-box أي الصناديق S . و نحصل على خرج مكون من 32 خانة.

صناديق S مكونة من 8 صناديق , كل منها له دخل مكون من 6 خانات و خرج مكون من 4 خانات و يتم ذلك اعتماداً على جداول خاصة بها.



آلية عمل الصندوق Si :

- تدل الخانتان الأولى والأخيرة من دخل Si على رقم السطر ضمن الجدول Si

- تدل الخانات الأربع المتبقية على رقم العمود ضمن نفس الجدول Si

- تعطي القيمة المقابلة لالتقاء هذا السطر و هذا العمود قيمة الخرج الخاصة بهذا الصندوق و هكذا ..

مثال:

إذا فرضنا أن دخل الصندوق S1 هو : 011000 ماهي خانات الخرج؟

العمود 12

0 1 1 0 0 0

السطر 0

إذا كان دخل الصندوق S1 هو

الخرج هو 0101

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	14	4	13	1	2	15	11	8	3	10	6	12	5	9	0	7
1	0	15	7	4	14	2	13	1	10	6	12	11	9	5	3	8
2	4	1	14	8	13	6	2	11	15	12	9	7	3	10	5	0
3	15	12	8	2	4	9	1	7	5	11	3	14	10	0	6	13

جدول الصندوق S1

مراحل تنفيذ التابع F (3/ 3)

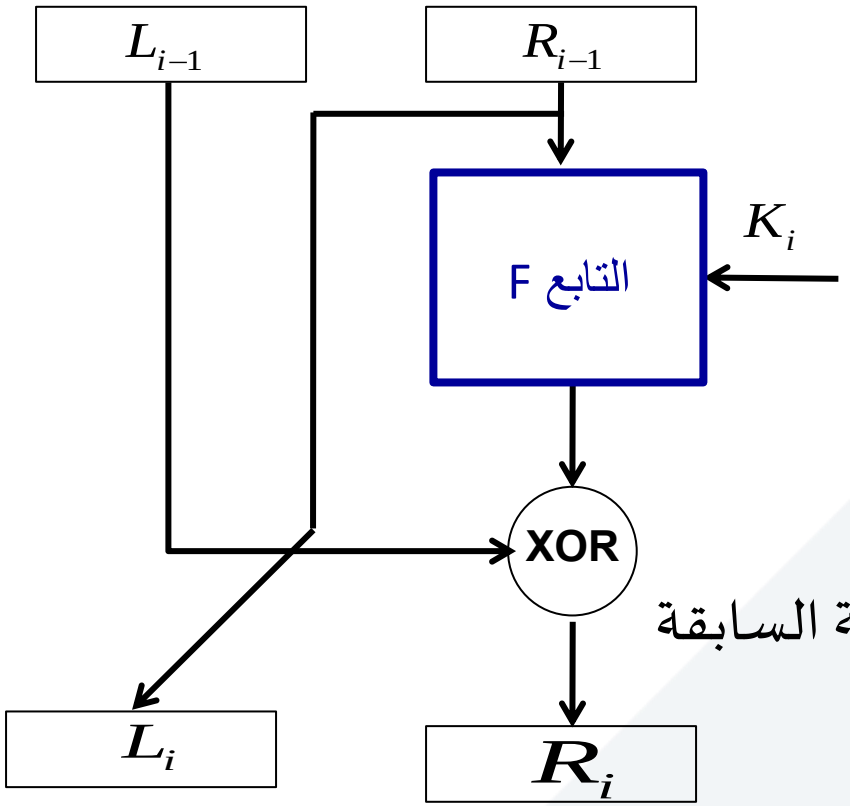
4. تطبيق تابع تبديل المواقع (P) المبين بالجدول الآتي:

16	7	20	21	29	12	28	17
1	15	23	26	5	18	31	10
2	8	24	14	32	27	3	9
19	13	30	6	22	11	4	25

جدول تبديل المواقع (P)

هذه هي المرحلة الأخيرة من مراحل تنفيذ التابع F. ناتج تطبيق هذا التبديل مكون من 32 خانة و هو أحد مدخلي بوابة XOR

البنية الداخلية للحلقة الواحدة في DES (4/4)



❑ **يمكن أن نعبر عن إجرائية الحلقة الواحدة كالآتي:**

✓ يجمع الخرج الناتج عن تنفيذ التابع F مع القسم اليساري L_{i-1} من خانات الدخل لنحصل على خرج يمثل القسم الأيمن R_i من دخل الحلقة التالية

$$R_i = L_{i-1} \oplus F(R_{i-1}, K_i)$$

✓ و يكون القسم اليساري للحلقة التالية هو نفسه القسم الأيمن من دخل الحلقة السابقة

$$L_i = R_{i-1}$$

عملية معالجة النص الصريح وفق DES (3/3)

- مرحلة 3 : تطبيق عملية التبديل العكسي للتبديل الأولي (IP^{-1}) :

تنفذ وفق الجدول الآتي:

40	8	48	16	56	24	64	32
39	7	47	15	55	23	63	31
38	6	46	14	54	22	62	30
37	5	45	13	53	21	61	29
36	4	44	12	52	20	60	28
35	3	43	11	51	19	59	27
34	2	42	10	50	18	58	26
33	1	41	9	49	17	57	25

$$Y = IP^{-1}(X) = IP^{-1}(IP(M))$$

الجداول الملحقة

جدول التبديل الأولي IP

Li	58	50	42	34	26	18	10	2
	60	52	44	36	28	20	12	4
	62	54	46	38	30	22	14	6
	64	56	48	40	32	24	16	8
Ri	57	49	41	33	25	17	9	1
	59	51	43	35	27	19	11	3
	61	53	45	37	29	21	13	5
	63	55	47	39	31	23	15	7

جدول التبديل الأولي العكسي IP^{-1}

40	8	48	16	56	24	64	32
39	7	47	15	55	23	63	31
38	6	46	14	54	22	62	30
37	5	45	13	53	21	61	29
36	4	44	12	52	20	60	28
35	3	43	11	51	19	59	27
34	2	42	10	50	18	58	26
33	1	41	9	49	17	57	25

جدول التوسيع E

32	1	2	3	4	5
4	5	6	7	8	9
8	9	10	11	12	13
12	13	14	15	16	17
16	17	18	19	20	21
20	21	22	23	24	25
24	25	26	27	28	29
28	29	30	31	32	1

صناديق S-BOX

S-BOX 1															
14	4	13	1	2	15	11	8	3	10	6	12	5	9	0	7
0	15	7	4	14	2	13	1	10	6	12	11	9	5	3	8
4	1	14	8	13	6	2	11	15	12	9	7	3	10	5	0
15	12	8	2	4	9	1	7	5	11	3	14	10	0	6	13
S-BOX 2															
15	1	8	14	6	11	3	4	9	7	2	13	12	0	5	10
3	13	4	7	15	2	8	14	12	0	1	10	6	9	11	5
0	14	7	11	10	4	13	1	5	8	12	6	9	3	2	15
13	8	10	1	3	15	4	2	11	6	7	12	0	5	14	9

صناديق S-BOX

S-BOX 3															
10	0	9	14	6	3	15	5	1	13	12	7	11	4	2	8
13	7	0	9	3	4	6	10	2	8	5	14	12	11	15	1
13	6	4	9	8	15	3	0	11	1	2	12	5	10	14	7
1	10	13	0	6	9	8	7	4	15	14	3	11	5	2	12
S-BOX 4															
7	13	14	3	0	6	9	10	1	2	8	5	11	12	4	15
13	8	11	5	6	15	0	3	4	7	2	12	1	10	14	9
10	6	9	0	12	11	7	13	15	1	3	14	5	2	8	4
3	15	0	6	10	1	13	8	9	4	5	11	12	7	2	14

صناديق S-BOX

S-BOX 5															
2	12	4	1	7	10	11	6	8	5	3	15	13	0	14	9
14	11	2	12	4	7	13	1	5	0	15	10	3	9	8	6
4	2	1	11	10	13	7	8	15	9	12	5	6	3	0	14
11	8	12	7	1	14	2	13	6	15	0	9	10	4	5	3
S-BOX 6															
12	1	10	15	9	2	6	8	0	13	3	4	14	7	5	11
10	15	4	2	7	12	9	5	6	1	13	14	0	11	3	8
9	14	15	5	2	8	12	3	7	0	4	10	1	13	11	6
4	3	2	12	9	5	15	10	11	14	1	7	6	0	8	13

صناديق S-BOX

S-BOX 7															
4	11	2	14	15	0	8	13	3	12	9	7	5	10	6	1
13	0	11	7	4	9	1	10	14	3	5	12	2	15	8	6
1	4	11	13	12	3	7	14	10	15	6	8	0	5	9	2
6	11	13	8	1	4	10	7	9	5	0	15	14	2	3	12
S-BOX 8															
13	2	8	4	6	15	11	1	10	9	3	14	5	0	12	7
1	15	13	8	10	3	7	4	12	5	6	11	0	14	9	2
7	11	4	1	9	12	14	2	0	6	10	13	15	3	5	8
2	1	14	7	4	10	8	13	15	12	9	0	3	5	6	11

جدول تبديل المواقع (P)

16	7	20	21	29	12	28	17
1	15	23	26	5	18	31	10
2	8	24	14	32	27	3	9
19	13	30	6	22	11	4	25

جَامعة
المَنارة
MANARA UNIVERSITY

Thanks

The end