

# مدار منطقی: آموزش 0 تا 100 با جزوه PDF رایگان کامپیوتر

## مقدمه

مدار منطقی یکی از مهم‌ترین مباحث علوم کامپیوتر، مهندسی کامپیوتر و الکترونیک دیجیتال است. تمام سیستم‌های دیجیتال مانند:

- کامپیوتر
- لپ‌تاپ
- موبایل
- ماشین حساب
- پردازنده‌ها
- حافظه‌ها
- ریات‌ها

بر پایه مدارهای منطقی ساخته شده‌اند.

در این جزوه، مدار منطقی را از پایه تا پیشرفته به صورت کامل یاد می‌گیریم.

مطالب این جزوه شامل:

- سیستم دودویی
- منطق بولی
- گیت‌های منطقی
- جدول درستی
- قوانین جبر بول
- ساده‌سازی مدارها
- نقشه کارنو
- مدارهای ترکیبی
- مدارهای ترتیبی
- مثال‌ها و تمرین‌های کامل

است.

---

## فصل اول: سیستم دیجیتال

### سیستم دیجیتال چیست؟

سیستم دیجیتال سیستمی است که اطلاعات را به صورت صفر و یک پردازش می‌کند.

در الکترونیک دیجیتال:

- 0 نشان‌دهنده خاموش یا False

## تفاوت سیستم آنالوگ و دیجیتال

سیستم دیجیتال	سیستم آنالوگ
گسسته	پیوسته
دقت بیشتر	دقت کمتر
نویزپذیری کمتر	نویزپذیری بالا
مثال: کامپیوتر	مثال: رادیو قدیمی

## فصل دوم: سیستم عدد دودویی

### مبنای دودویی

کامپیوترها از سیستم دودویی استفاده می‌کنند.

در سیستم دودویی فقط دو رقم وجود دارد:

0 و 1

### مثال

عدد دودویی:

$1011_2$

تبدیل به دهدهی:

$$2^0 \times 1 + 2^1 \times 1 + 2^2 \times 0 + 2^3 \times 1$$

$$1 + 2 + 0 + 8 =$$

$$11 =$$

## تبدیل دهدهی به دودویی

عدد 13:

$$6 = 2 \div 13 \text{ باقیمانده } 1$$

$$3 = 2 \div 6 \text{ باقیمانده } 0$$

$$1 = 2 \div 3 \text{ باقیمانده } 1$$

$$0 = 2 \div 1 \text{ باقیمانده } 1$$

پس:

$$1101_2 = 13_{10}$$

---

## فصل سوم: جبر بول

### تعریف جبر بول

جبر بول شاخه‌ای از ریاضیات است که در آن متغیرها فقط دو مقدار دارند:

0 یا 1

این جبر پایه طراحی مدارهای منطقی است.

---

### عملگرهای اصلی بول

عملگر	نماد	توضیح
AND	.	و
OR	+	یا
NOT	'	نقیض

## فصل چهارم: گیت AND

### تعریف

گیت AND فقط زمانی خروجی 1 می‌دهد که تمام ورودی‌ها 1 باشند.

---

### جدول درستی AND

Y	B	A
0	0	0
0	1	0
0	0	1
1	1	1

---

### فرمول

$$Y = A.B$$

---

### مثال

اگر:

$$A = 1$$

$$B = 0$$

آنگاه:

$$Y = 0$$

---

## فصل پنجم: گیت OR

### تعریف

گیت OR زمانی خروجی 1 می‌دهد که حداقل یکی از ورودی‌ها 1 باشد.

---

## جدول درستی OR

Y	B	A
0	0	0
1	1	0
1	0	1
1	1	1

---

فرمول

$$Y = A + B$$

---

## فصل ششم: گیت NOT

تعریف

گیت NOT مقدار ورودی را معکوس می‌کند.

---

## جدول درستی NOT

Y	A
1	0
0	1

---

فرمول

$$Y = A'$$

## فصل هفتم: گیت NAND

### تعریف

گیت NAND معکوس AND است.

---

### فرمول

$$Y = (A.B)$$

---

### جدول درستی NAND

Y	B	A
1	0	0
1	1	0
1	0	1
0	1	1

---

## فصل هشتم: گیت NOR

### تعریف

گیت NOR معکوس OR است.

---

### فرمول

$$Y = (A+B)$$

---

### جدول درستی NOR

Y	B	A
1	0	0

---

Y	B	A
0	1	0
0	0	1
0	1	1

---

## فصل نهم: گیت XOR

### تعریف

گیت XOR زمانی خروجی 1 می‌دهد که ورودی‌ها متفاوت باشند.

### فرمول

$$Y = A \oplus B$$

### جدول درستی XOR

Y	B	A
0	0	0
1	1	0
1	0	1
0	1	1

---

## فصل دهم: گیت XNOR

### تعریف

گیت XNOR زمانی خروجی 1 می‌دهد که ورودی‌ها برابر باشند.

## جدول درستی XNOR

Y	B	A
1	0	0
0	1	0
0	0	1
1	1	1

---

## فصل یازدهم: قوانین جبر بول

### قانون همانی

$$A + 0 = A$$

$$A \cdot 1 = A$$

---

### قانون مکمل

$$A + A' = 1$$

$$A \cdot A' = 0$$

---

### قانون جابجایی

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

---

### قانون توزیع

$$A(B+C) = AB+AC$$

## قانون دمورگان

$$A \cdot B = (A+B)'$$

$$A+B = (A \cdot B)'$$

---

## فصل دوازدهم: ساده‌سازی مدار منطقی

### هدف ساده‌سازی

- کاهش تعداد گیت‌ها
  - کاهش هزینه
  - افزایش سرعت
  - کاهش مصرف انرژی
- 

### مثال

عبارت:

$$A'B + AB$$

فاکتورگیری:

$$A(B+B')$$

چون:

$$B+B'=1$$

پس:

$$A \times 1 = A$$

جواب نهایی:

$$A$$

---

## فصل سیزدهم: جدول درستی

### تعریف

جدولی است که تمام حالت‌های ممکن ورودی و خروجی مدار را نشان می‌دهد.

---

### مثال

$$Y = A + B$$

Y	B	A
0	0	0
1	1	0
1	0	1
1	1	1

---

## فصل چهاردهم: نقشه کارنو

### تعریف

نقشه کارنو روشی برای ساده‌سازی عبارت‌های بولی است.

---

### مزایا

- کاهش خطا
  - ساده‌سازی سریع
  - طراحی مدار بهتر
- 

### مراحل استفاده از K-Map

1. رسم جدول
  2. وارد کردن مقادیر 1
  3. گروه‌بندی
  4. استخراج عبارت ساده
-

## فصل پانزدهم: مدارهای ترکیبی

### تعریف

مدار ترکیبی مداری است که خروجی آن فقط به ورودی فعلی وابسته است.

---

### انواع مدارهای ترکیبی

- جمع کننده
  - تفریق کننده
  - مالتی پلکسر
  - دیکودر
  - انکودر
- 

## فصل شانزدهم: نیم جمع کننده

### تعریف

مداری برای جمع دو بیت.

---

### خروجی ها

- Sum
  - Carry
- 

### فرمول ها

$$\text{Sum} = A \oplus B$$

$$\text{Carry} = A \cdot B$$

---

### جدول درستی نیم جمع کننده

Carry	Sum	B	A
0	0	0	0

---

Carry	Sum	B	A
0	1	1	0
0	1	0	1
1	0	1	1

---

## فصل هفدهم: جمع کننده کامل

### تعریف

مداری برای جمع سه بیت:

- A •
- B •
- Carry-in •

---

### خروجی ها

- Sum •
- Carry-out •

---

## فصل هجدهم: مالتی پلکسر

### تعریف

مالتی پلکسر یکی از چند ورودی را انتخاب کرده و به خروجی منتقل می کند.

---

### کاربردها

- انتخاب داده
- انتقال اطلاعات
- پردازندهها

## فصل نوزدهم: فلیپ فلاپ

### تعریف

فلیپ فلاپ حافظه یک بیتی است.

---

### انواع فلیپ فلاپ

- SR •
  - JK •
  - D •
  - T •
- 

### کاربردها

- حافظه •
  - رجیستر •
  - شمارنده •
- 

## فصل بیستم: مدارهای ترتیبی

### تعریف

مدار ترتیبی مداری است که خروجی آن به ورودی فعلی و حالت قبلی وابسته است.

---

### مثالها

- شمارنده •
  - رجیستر •
  - حافظه •
- 

## فصل بیست و یکم: حافظه در سیستم دیجیتال

### انواع حافظه

- RAM •

ROM •  
Cache •

---

## RAM

حافظه موقت و قابل نوشتن.

---

## ROM

حافظه فقط خواندنی.

---

# فصل بیست و دوم: کاربرد مدار منطقی

## 1. پردازنده‌ها

تمام CPUها از مدار منطقی ساخته شده‌اند.

---

## 2. موبایل‌ها

تمام عملیات پردازشی موبایل دیجیتال است.

---

## 3. ماشین حساب

محاسبات ریاضی با گیت‌های منطقی انجام می‌شود.

---

## 4. رباتیک

کنترل ربات‌ها بر اساس مدارهای منطقی است.

---

## 5. شبکه و اینترنت

تجهیزات شبکه از مدارهای دیجیتال استفاده می‌کنند.

---

## فصل بیست و سوم: 20 مثال کامل

### مثال 1

خروجی AND برای  $A=1$  و  $B=1$  چیست؟

$Y=1$

---

### مثال 2

خروجی OR برای  $A=0$  و  $B=1$  چیست؟

$Y=1$

---

### مثال 3

خروجی NOT برای  $A=0$  چیست؟

$Y=1$

---

### مثال 4

خروجی NAND برای  $A=1$  و  $B=1$  چیست؟

$Y=0$

---

### مثال 5

خروجی XOR برای ورودی متفاوت چیست؟

$Y=1$

---

### مثال 6

عدد دودویی 1010 چند دهدهی است؟

10

---

## مثال 7

عدد 15 را به دودویی تبدیل کنید.

$1111_2$

---

## مثال 8

عبارت زیر را ساده کنید:

$A+A$

جواب:

1

---

## مثال 9

عبارت زیر را ساده کنید:

$A.1$

جواب:

A

---

## مثال 10

خروجی NOR برای 0 و 0 چیست؟

1

---

## مثال 11

خروجی XNOR برای 1 و 1 چیست؟

1

---

## مثال 12

خروجی XOR برای 1 و 1 چیست؟

0

---

## مثال 13

خروجی OR برای 0 و 0 چیست؟

0

---

## مثال 14

خروجی AND برای 1 و 0 چیست؟

0

---

## مثال 15

قانون دمورگان را بنویسید.

$$'A'.B='(A+B)$$

---

## مثال 16

نقش Carry در جمع‌کننده چیست؟

انتقال رقم اضافه

---

## مثال 17

RAM چه نوع حافظه‌ای است؟

موقت

---

## مثال 18

ROM چه نوع حافظه‌ای است؟

فقط خواندنی

---

## مثال 19

هدف ساده‌سازی مدار چیست؟

کاهش هزینه و افزایش سرعت

---

## مثال 20

فلیپ‌فلاپ چه کاری انجام می‌دهد؟

ذخیره یک بیت اطلاعات

---

# فصل بیست و چهارم: نکات طلایی

## نکته 1

گیت AND فقط در حالت همه ورودی‌های 1 خروجی 1 می‌دهد.

---

## نکته 2

گیت OR با وجود حداقل یک 1 خروجی 1 می‌دهد.

---

## نکته 3

NOT مقدار را معکوس می‌کند.

---

## نکته 4

XOR برای تشخیص تفاوت کاربرد دارد.

---

## نکته 5

نقشه کارنو مهم‌ترین روش ساده‌سازی مدار است.

---

## فصل بیست و پنجم: سوالات تمرینی

### سوال 1

خروجی AND برای  $A=1$  و  $B=0$  چیست؟

---

### سوال 2

عدد  $1001_2$  را به دهدهی تبدیل کنید.

---

### سوال 3

قانون مکمل را بنویسید.

---

### سوال 4

خروجی XOR برای دو ورودی برابر چیست؟

---

### سوال 5

هدف جبر بول چیست؟

---

## فصل بیست و ششم: پاسخ تمرین‌ها

### پاسخ سوال 1

0

---

## پاسخ سوال 2

9

---

## پاسخ سوال 3

$$A+A'=1$$

$$A.A'=0$$

---

## پاسخ سوال 4

0

---

## پاسخ سوال 5

طراحی و تحلیل مدارهای منطقی

---

## فصل بیست و هفتم: جمع بندی نهایی

در این جزوه یاد گرفتیم که:

- سیستم‌های دیجیتال بر پایه صفر و یک کار می‌کنند.
  - جبر بول پایه مدار منطقی است.
  - گیت‌های منطقی اصلی شامل OR ، AND و NOT هستند.
  - مدارهای منطقی اساس کامپیوترها را تشکیل می‌دهند.
  - نقشه کارنو برای ساده‌سازی استفاده می‌شود.
  - مدارهای ترکیبی و ترتیبی بخش مهم سیستم‌های دیجیتال هستند.
- 

## فرمول‌ها و روابط مهم

**AND**

$$Y=A.B$$

---

**OR**

$$Y=A+B$$

---

**NOT**

$$Y=A$$

---

**NAND**

$$Y=(A.B)$$

---

**NOR**

$$Y=(A+B)$$

---

**XOR**

$$Y=A\oplus B$$

---

**قانون دمورگان**

$$A'.B=(A+B)$$

$$A'+B=(A.B)$$

---

**نتیجه گیری**

مدار منطقی یکی از پایه‌ای‌ترین و مهم‌ترین مباحث علوم کامپیوتر و الکترونیک دیجیتال است.

تمام سیستم‌های دیجیتال مدرن از گیت‌ها و مدارهای منطقی ساخته شده‌اند و یادگیری این مبحث برای دانشجویان کامپیوتر و علاقه‌مندان الکترونیک ضروری است.