

خط لوله ۳

معماری کامپیوتر ...

۱۳۰۱-۱۱-۱۳۰۱

جلسه هفدهم



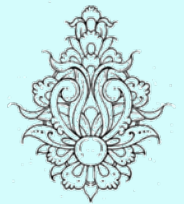
دانشگاه شهید بهشتی
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

بهار ۱۳۹۲

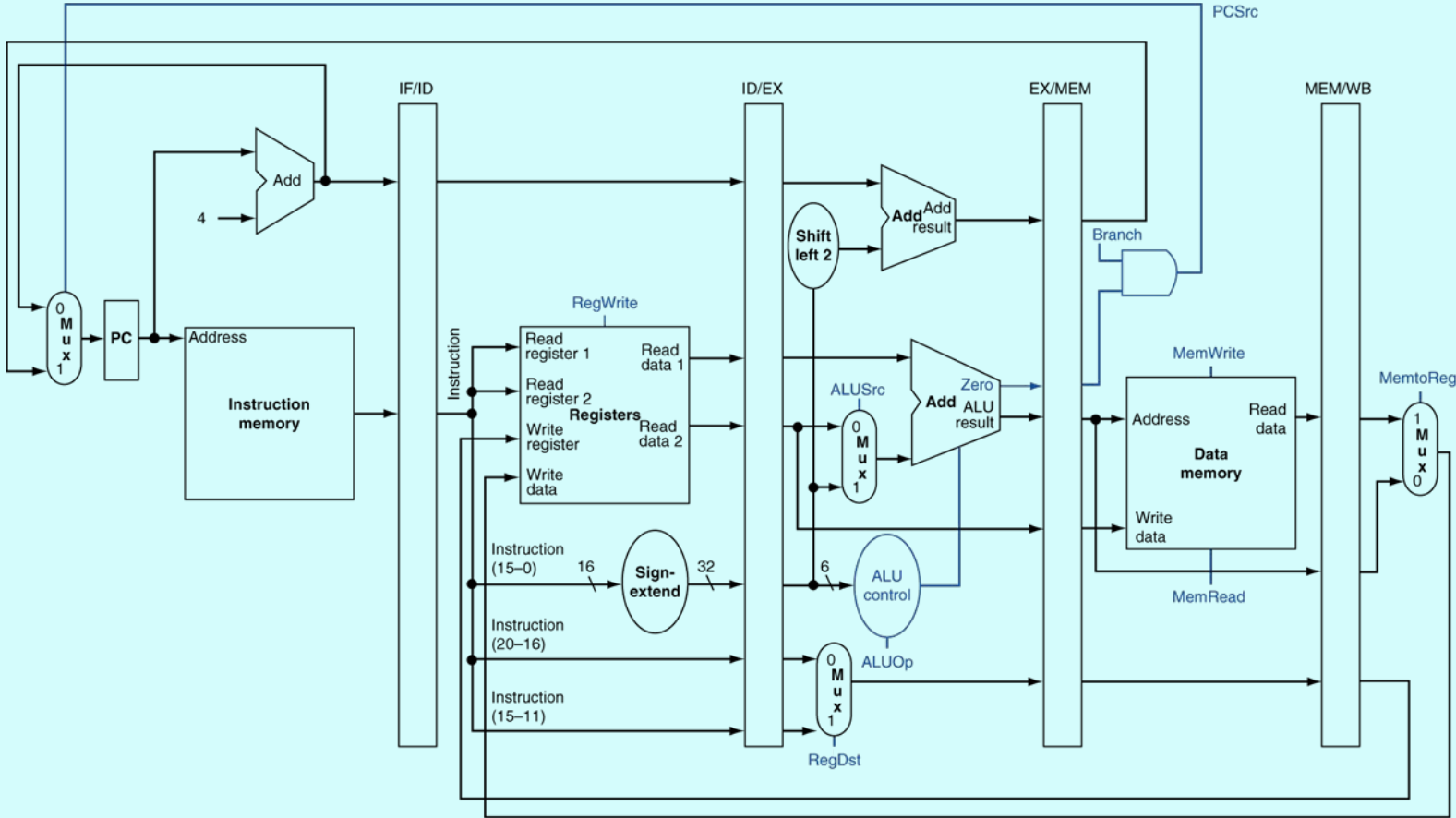
احمد محمودی ازناوه

فهرست مطالب

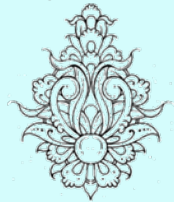
- واحد کنترل خط لوله
- مخاطرات داده‌ای



واحد کنترل خط لوله



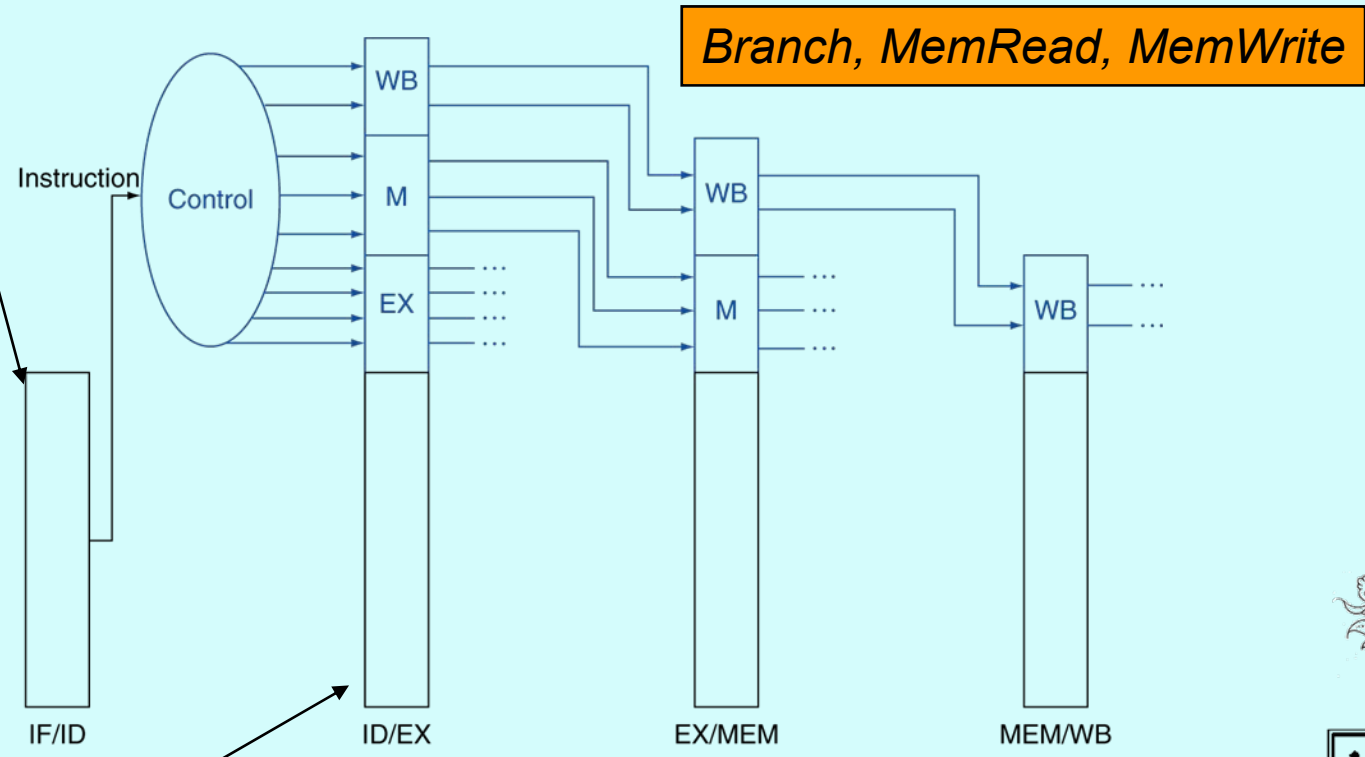
موسسه تخصصی زبان خدیجه پارس



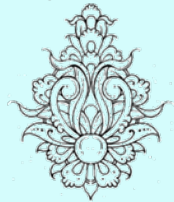
تراشگاه
تعمیرات
بهشتی

واحد کنترل خط لوله (ادامه...)

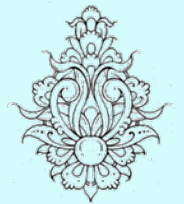
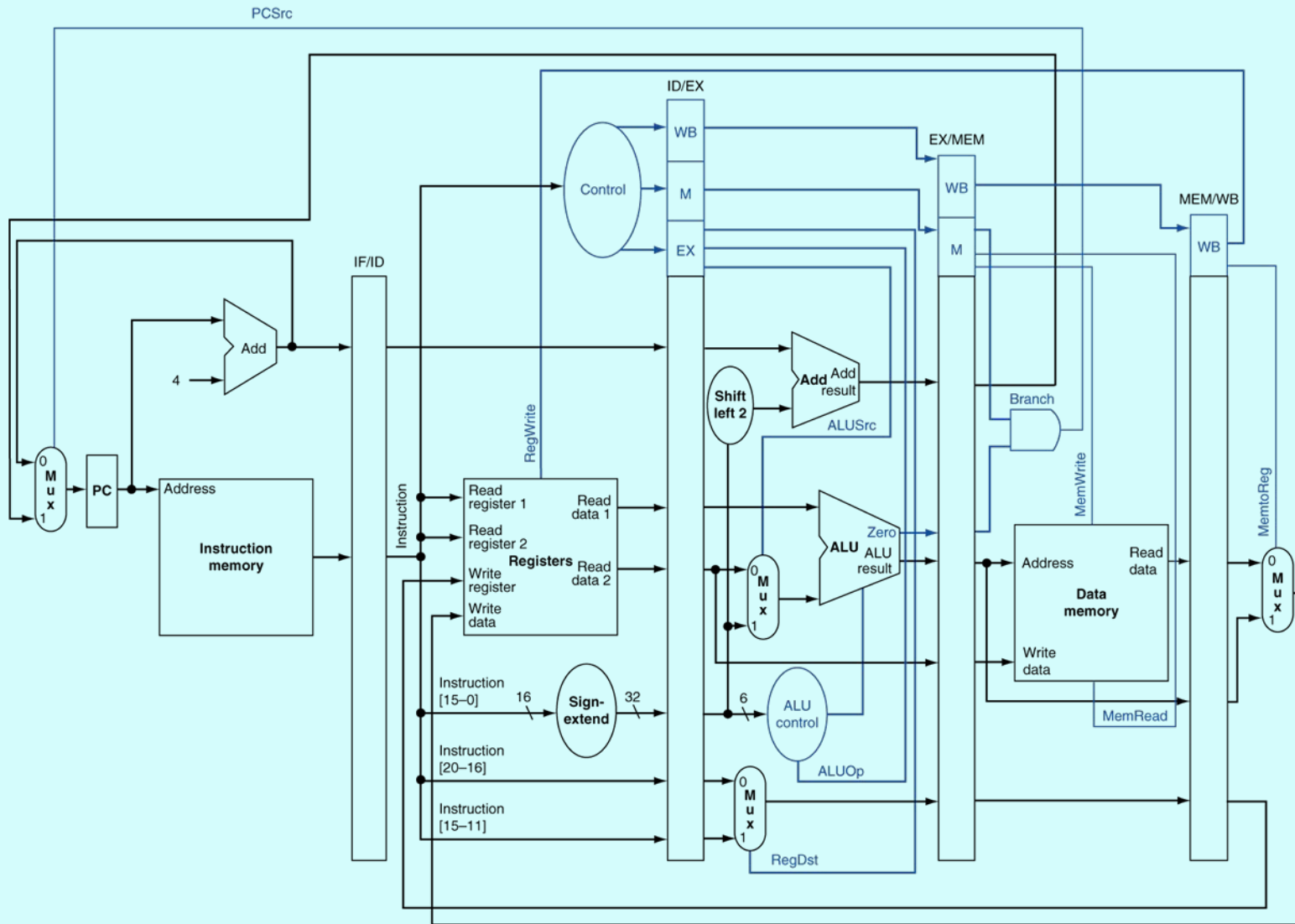
در این بخش من باید دستور العمل بعدی و آنتی شود، کاری که برای همگی دستورها به یک شیوه خواهد بود



همانند تمام پیشین، نیاز به سیگنال کنترلی خاصی نیست



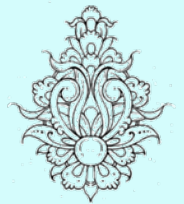
واحد کنترل خط لوله (ادامه...)



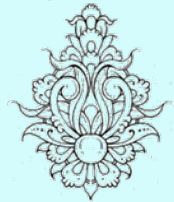
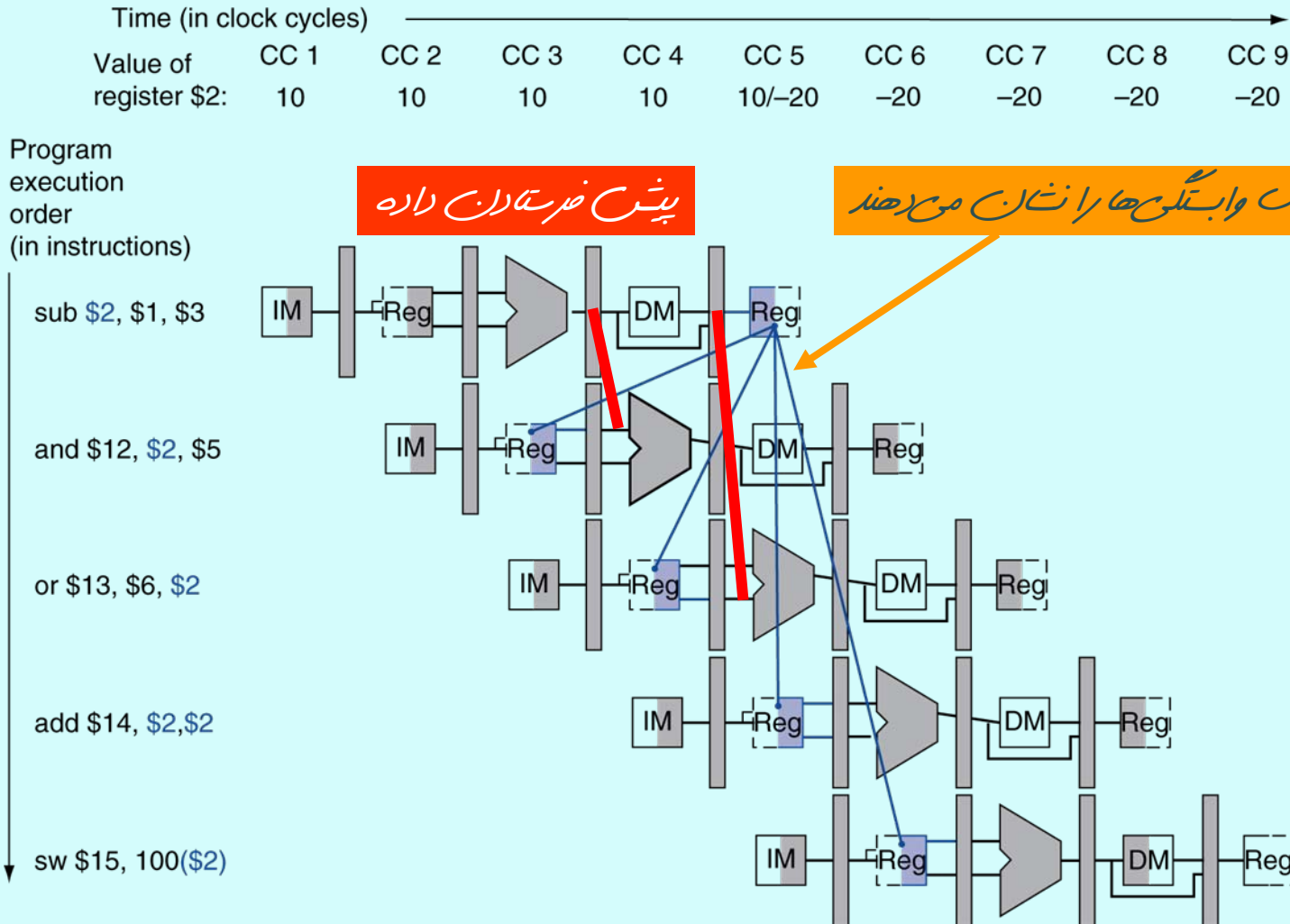
مفادرات داده‌ای

sub \$2, \$1, \$3
and \$12, \$2, \$5
or \$13, \$6, \$2
add \$14, \$2, \$2
sw \$15, 100(\$2)

- در این قطعه برنامه، چهار دستورالعمل آخر به مقدار \$2 وابسته هستند.
- چگونه می‌توان با پیش‌فرستادن مشکل وابستگی را حل کرد؟



مفاهرات داده‌ای (ادامه...)



پیش فرستادن

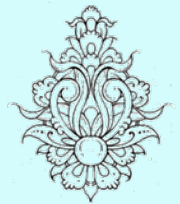
- چنانچه دیده شد، برای رهایی از مخاطرات داده، پیش فرستادن داده، راهکاری متداول است.
- در ادامه خواهیم دید پیش فرستادن چگونه انجام می شود. برای سادگی تنها حالتی را بررسی خواهیم کرد، که داده در مرحلهی EX تولید می شود.

ID/EX.RegisterRs

شماره‌ی ثابتی را نشان می‌دهد که مقدار آن در ثبات ID/EX خط لوله قرار دارد.

- عملوندهای ALU در کدام ثبات قرار دارند؟

ID/EX.RegisterRs, ID/EX.RegisterRt



پیش فرستادن (ادامه...)

• مخاطره‌ی داده در موارد زیر روی می‌دهد:

1a. $EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs$

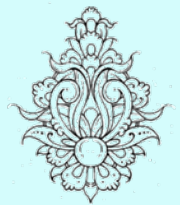
1b. $EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt$

2a. $MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs$

2b. $MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt$

Fwd from
EX/MEM
pipeline reg

Fwd from
MEM/WB
pipeline reg



نوع یک

sub	\$2,	\$1,	\$3
and	\$12,	\$2,	\$5
or	\$13,	\$6,	\$2
add	\$14,	\$2,	\$2
sw	\$15,	100(\$2)	

نوع دو

بدون مخاطره

تشخیص نیاز به پیش فرستادن

- بنابراین، می‌توان با مقایسه‌ی محتوای ثبات‌ها، مداری برای کنترل پیش‌فرستادن داده طراحی کرد.

```
sub $2, $1, $3 EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs=$2  
and $12, $2, $5
```

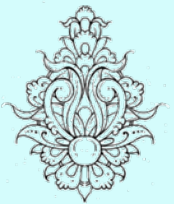
در همه‌ی دستورالعمل‌های مقدار خروجی ALU، در ثبات نوشته نمی‌شود بدین ترتیب این راهکار در همه‌ی موارد درست نخواهد بود.

برای پیش‌گیری از این مسأله می‌توان از سیگنال‌های کنترلی مربوط به WB ذخیره شده در ثبات‌های خط لوله استفاده نمود.

EX/MEM.RegWrite, MEM/WB.RegWrite

همچنین در صورتی که ثبات شماره‌ی صفر به عنوان مقصد یک دستور استفاده شده باشد، باید از پیش فرستادن جلوگیری کرد.

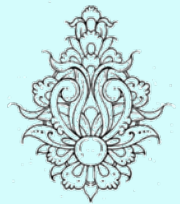
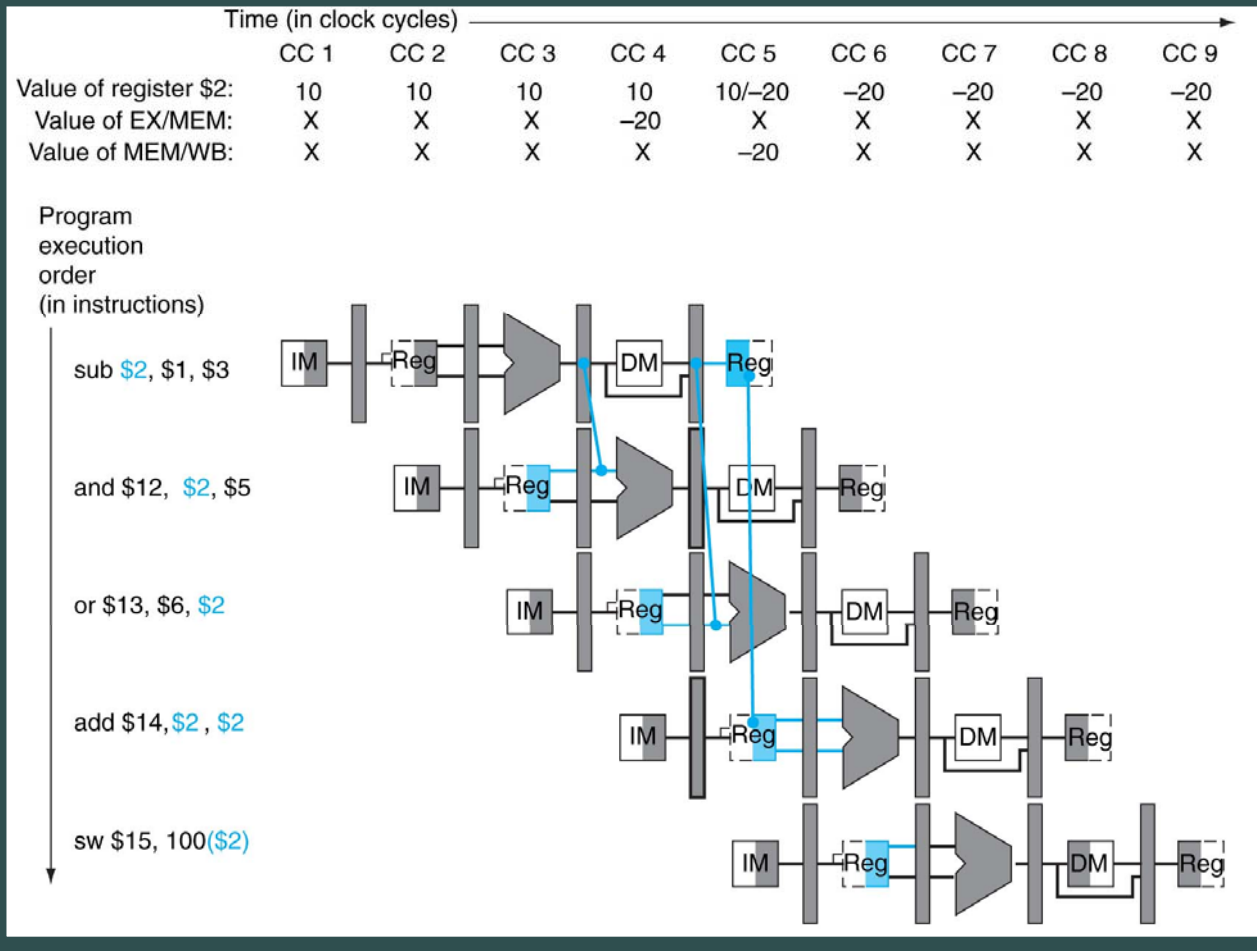
EX/MEM.RegisterRd ≠ 0,
MEM/WB.RegisterRd ≠ 0



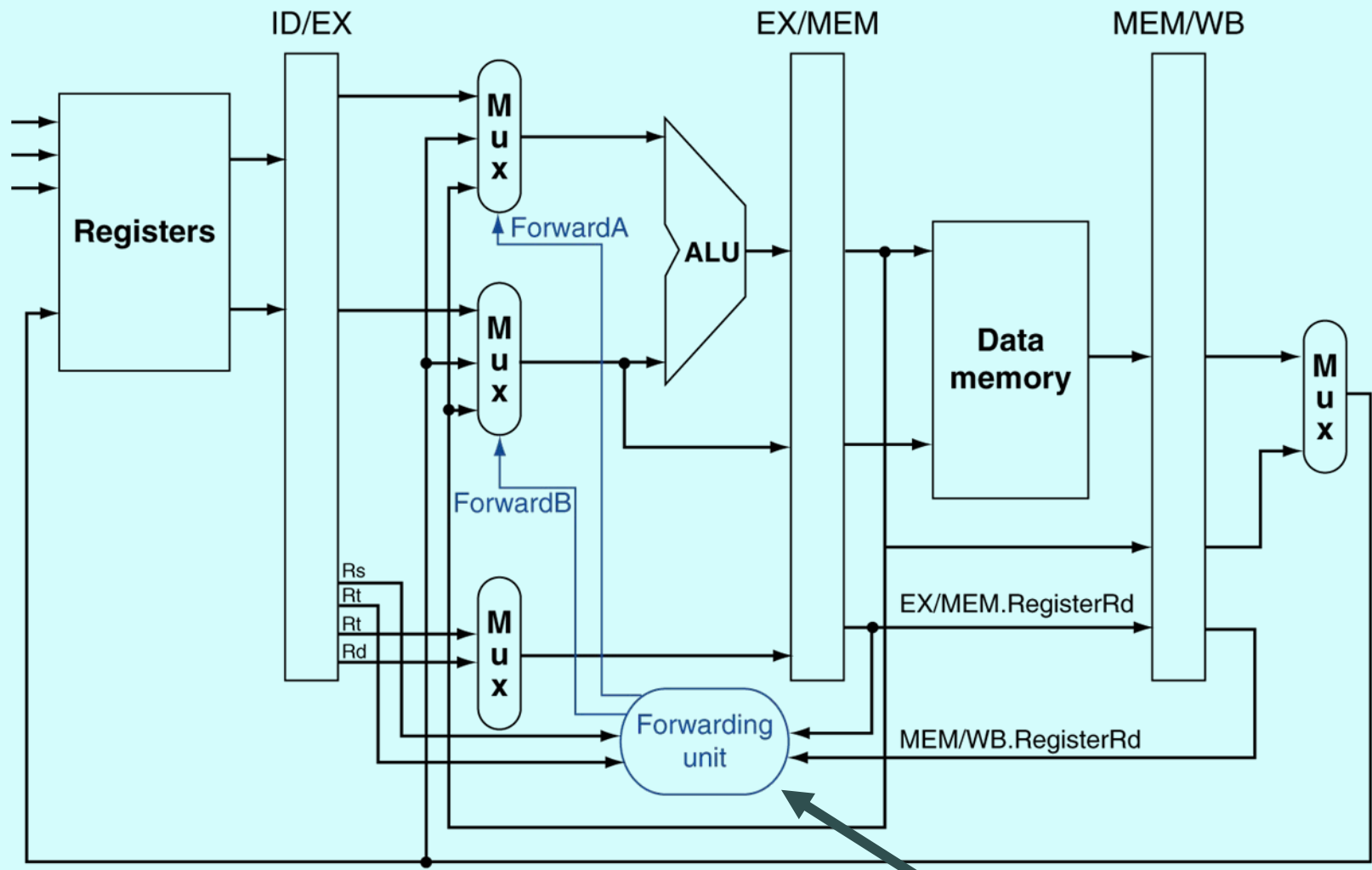
مسیر پیش فرستادن داده

باتنخیص زمانهایی که پیش فرستادن لازم است، نیمه از مشکلات حل شد.
 هنوز نیمی دیگر باقی مانده است

:D

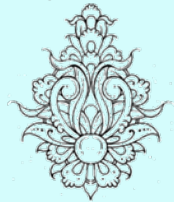


مسیر پیش فرستادن داده (ادامه...)

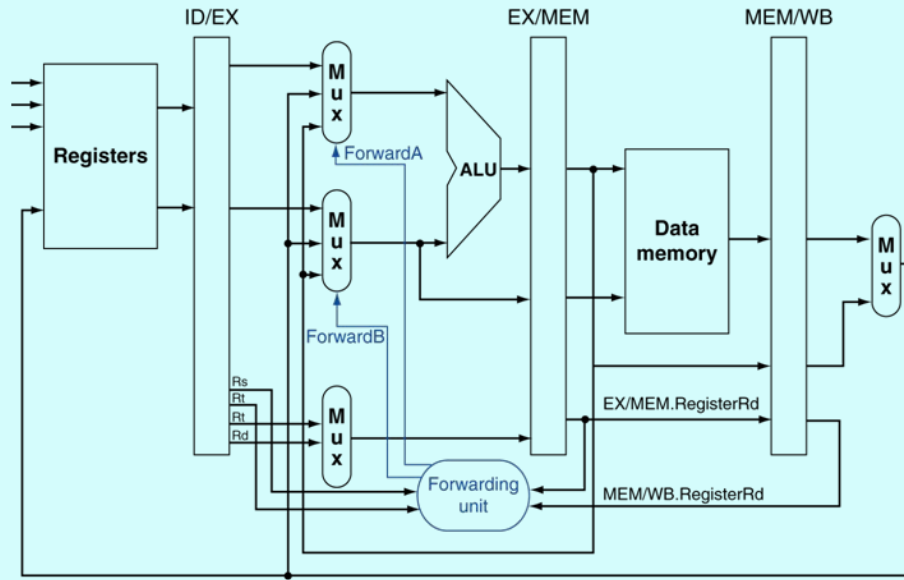


b. With forwarding

کنترل پیش فرستادن در مرحله EX قرار دارد، چرا که
 حالتی پلاس پیش فرستادن در این مرحله قرار دارد.

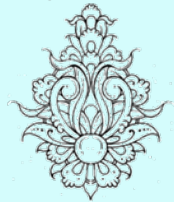


مسیر پیش فرستادن داده (ادامه...)



b. With forwarding

Mux control	Source	Explanation
ForwardA = 00	ID/EX	The first ALU operand comes from the register file.
ForwardA = 10	EX/MEM	The first ALU operand is forwarded from the prior ALU result.
ForwardA = 01	MEM/WB	The first ALU operand is forwarded from data memory or an earlier ALU result.
ForwardB = 00	ID/EX	The second ALU operand comes from the register file.
ForwardB = 10	EX/MEM	The second ALU operand is forwarded from the prior ALU result.
ForwardB = 01	MEM/WB	The second ALU operand is forwarded from data memory or an earlier ALU result.



شرایط پیش فرستادن

- EX hazard

- if (EX/MEM.RegWrite and (EX/MEM.RegisterRd \neq 0) and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs))

ForwardA = 10

- if (EX/MEM.RegWrite and (EX/MEM.RegisterRd \neq 0) and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt))

ForwardB = 10

- MEM hazard

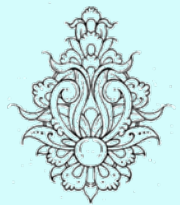
- if (MEM/WB.RegWrite and (MEM/WB.RegisterRd \neq 0) and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs))

ForwardA = 01

- if (MEM/WB.RegWrite and (MEM/WB.RegisterRd \neq 0) and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt))

ForwardB = 01

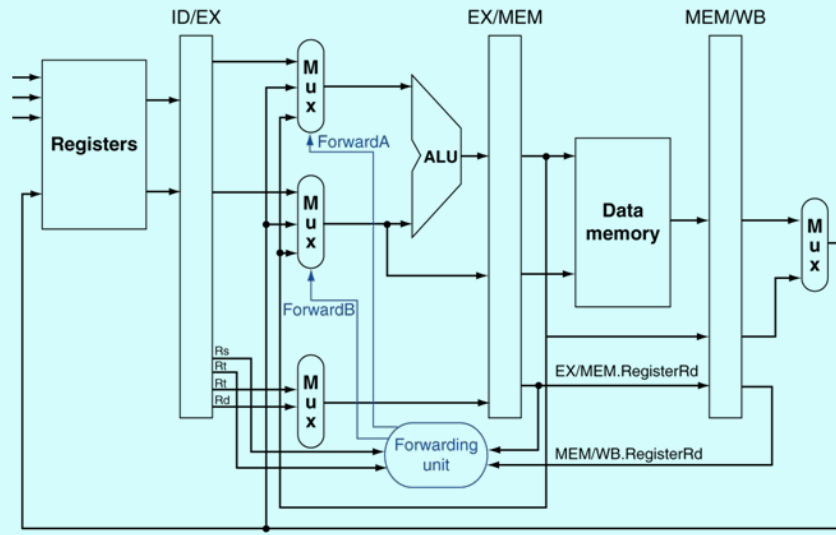
اگر هر دوی این شرایط با هم رخ داد، چه اشکالی ایجاد می شود؟



شرایط پیش فرستادن (ادامه...)

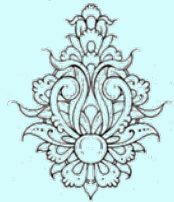
- در این قطعه برنامه هر دو نوع مخاطره رخ می‌دهد.

```
add $1, $1, $2  
add $1, $1, $3  
add $1, $1, $4
```



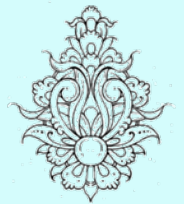
در این حالت آخرین نتیجه باید فرستاده شود،
در نتیجه داده‌ی موجود در مرحله‌ی MEM فرستاده می‌شود.

- بنابراین باید تخییراتی در مخاطره‌ی MEM بدهیم

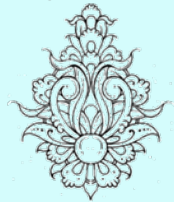
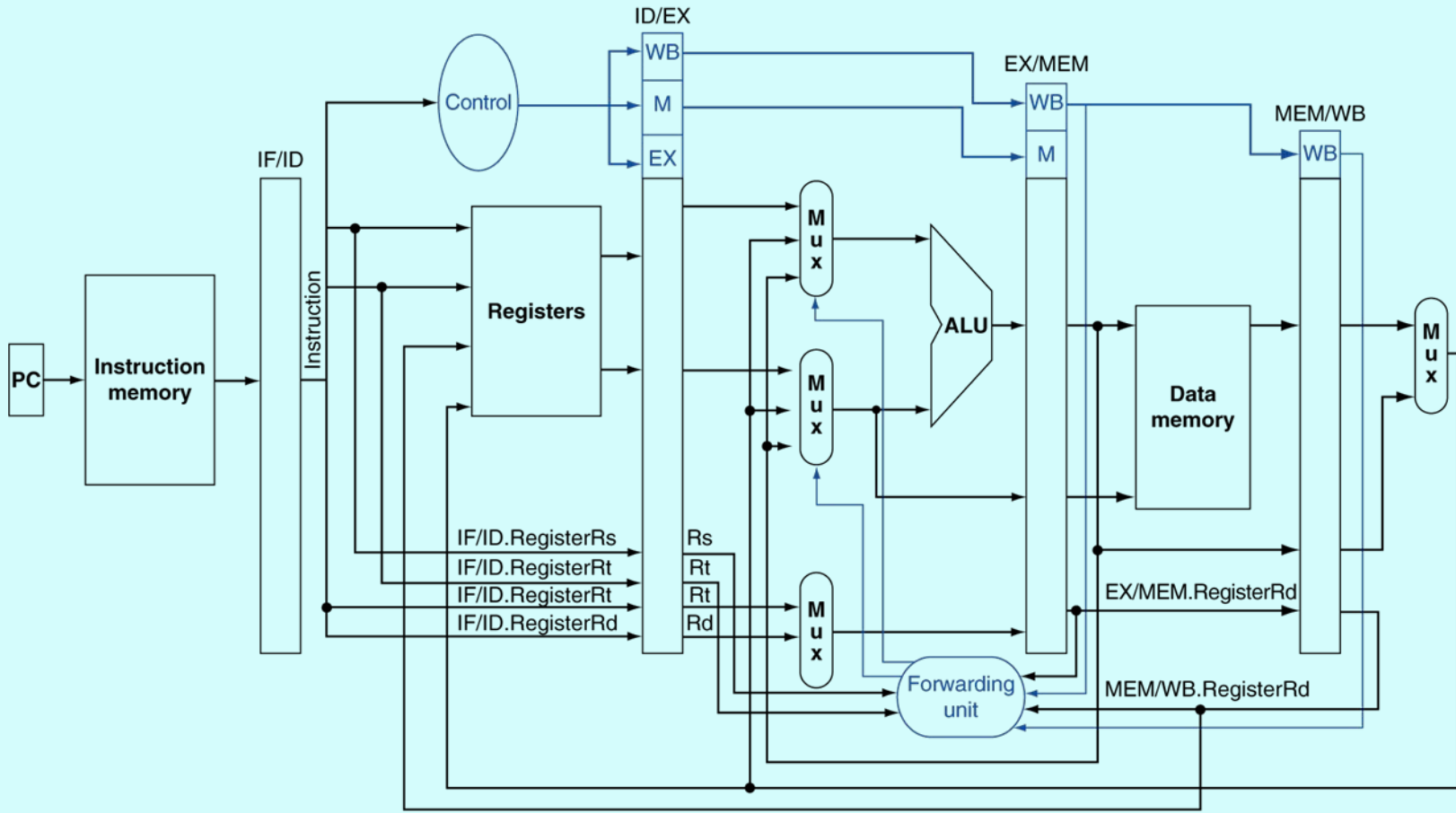


شرایط پیش فرستادن (ادامه...)

- MEM hazard
 - if (MEM/WB.RegWrite and (MEM/WB.RegisterRd \neq 0)
and not (EX/MEM.RegWrite and (EX/MEM.RegisterRd \neq 0)
and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs))
and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRs))
ForwardA = 01
 - if (MEM/WB.RegWrite and (MEM/WB.RegisterRd \neq 0)
and not (EX/MEM.RegWrite and (EX/MEM.RegisterRd \neq 0)
and (EX/MEM.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt))
and (MEM/WB.RegisterRd = ID/EX.RegisterRt))
ForwardB = 01

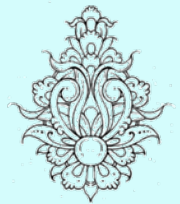
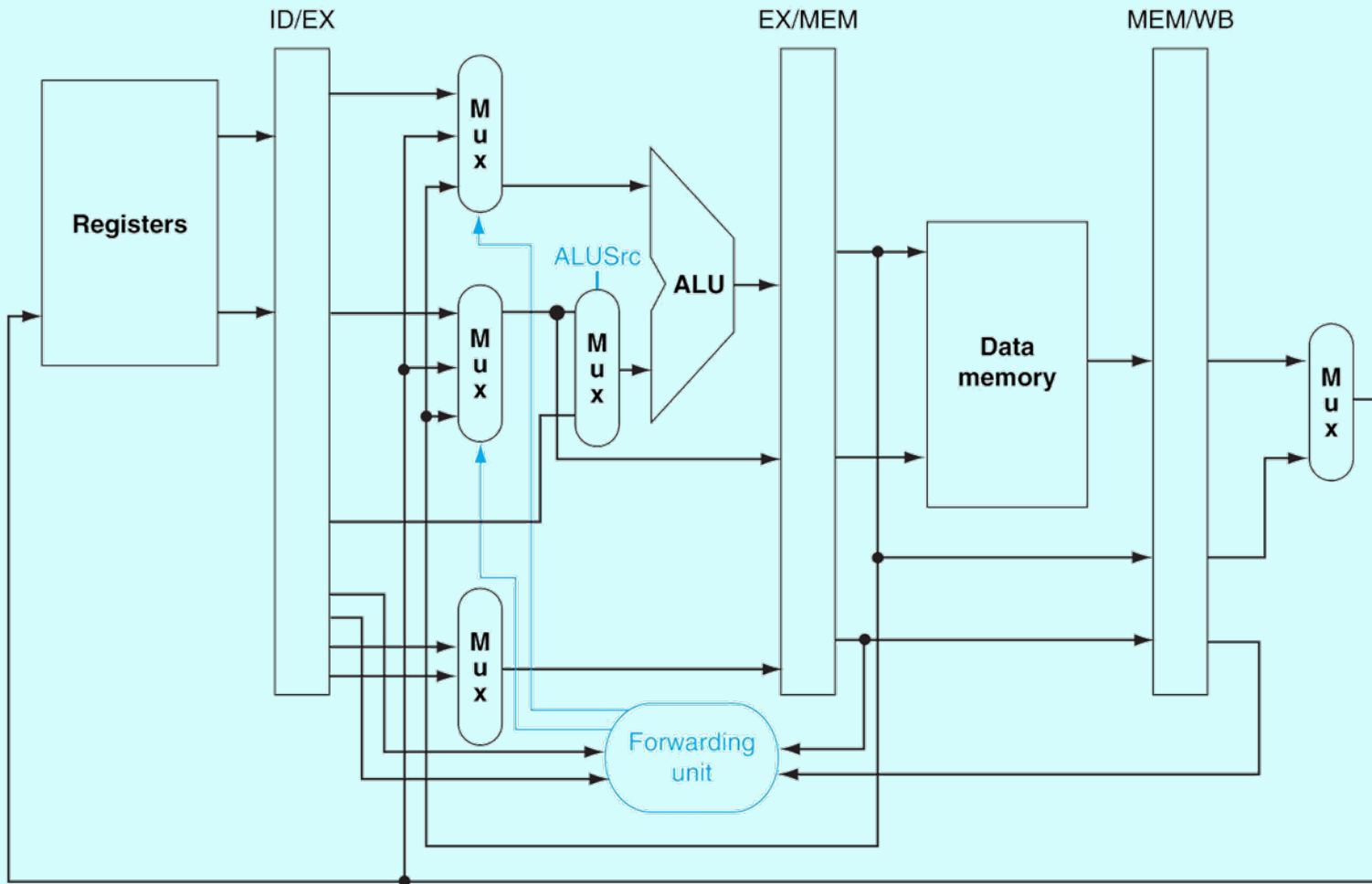


شرایط پیش فرستادن (ادامه...)



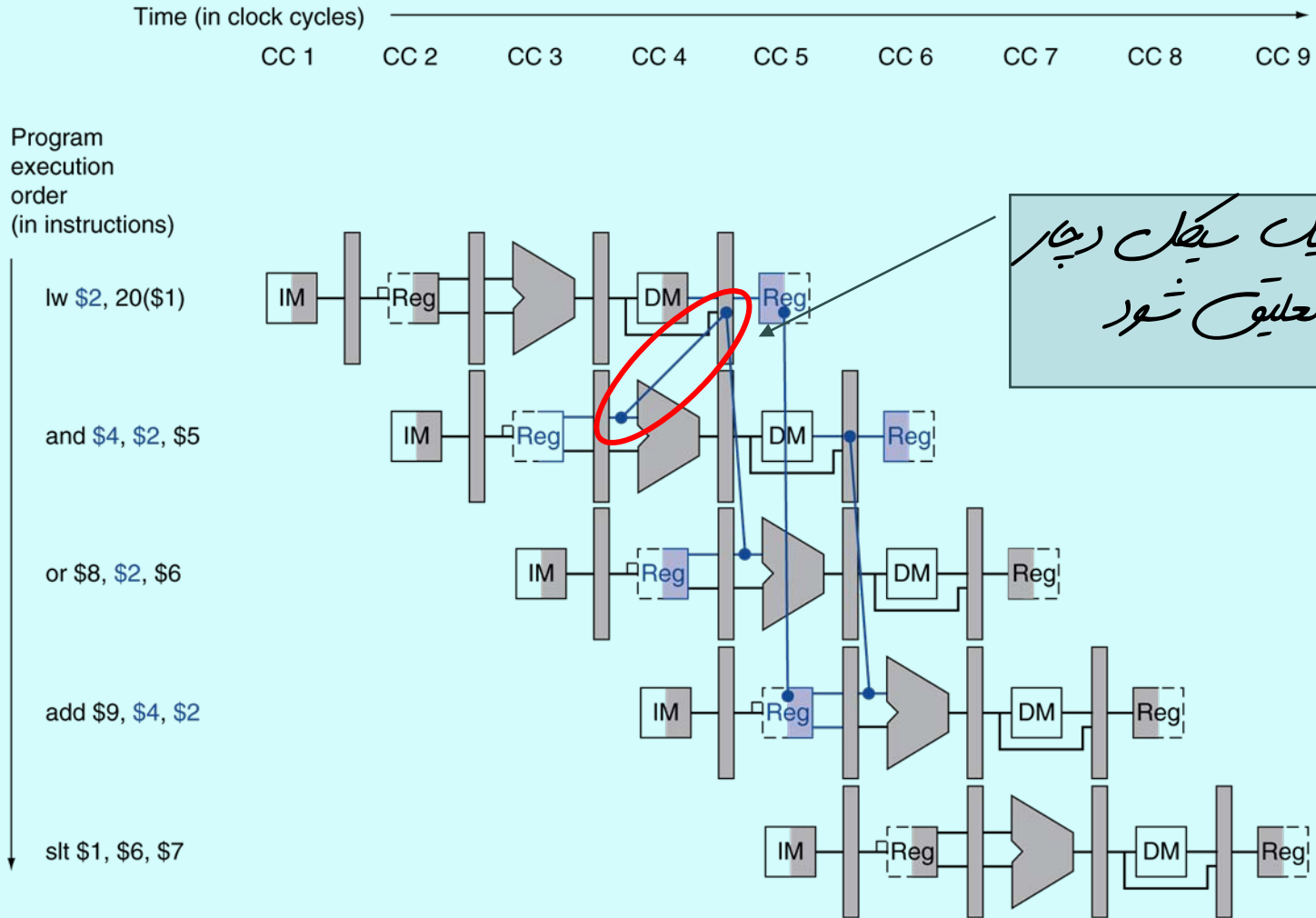
در این شکل بخشی که برای ارسال داده‌ی ثابت به ALU بود، حذف شده است

شرایط پیش فرستادن (ادامه...)

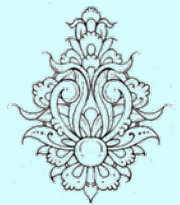


if at first you don't succeed, redefine success

پیش فرستادن و تعلیق



باید یک بکاپ ریزر
تعلیق شود



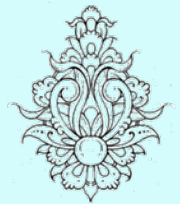
بنابر این اخرون بر واحد پیش فرستادن به واحد تشخیص مخاطره نیز نیاز داریم

به نظر شما این واحد در کدام مرحله قرار دارد؟

- در ID هنگامی که دستورالعمل کدگشایی می‌شود، وقوع مخاطره بررسی می‌شود.
 - به عنوان مثال در استفاده از داده‌ی در حال بارگذاری
- IF/ID.RegisterRs, IF/ID.RegisterRt –
شماره‌ی ثبات‌های عملوند ALU می‌باشد.

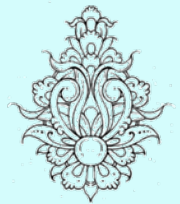
*ID/EX.MemRead and
((ID/EX.RegisterRt = IF/ID.RegisterRs) or
(ID/EX.RegisterRt = IF/ID.RegisterRt))*

تعلیق: یک جابج‌وار دکن



وارد کردن جاب

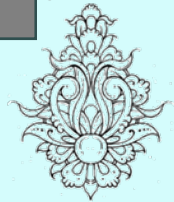
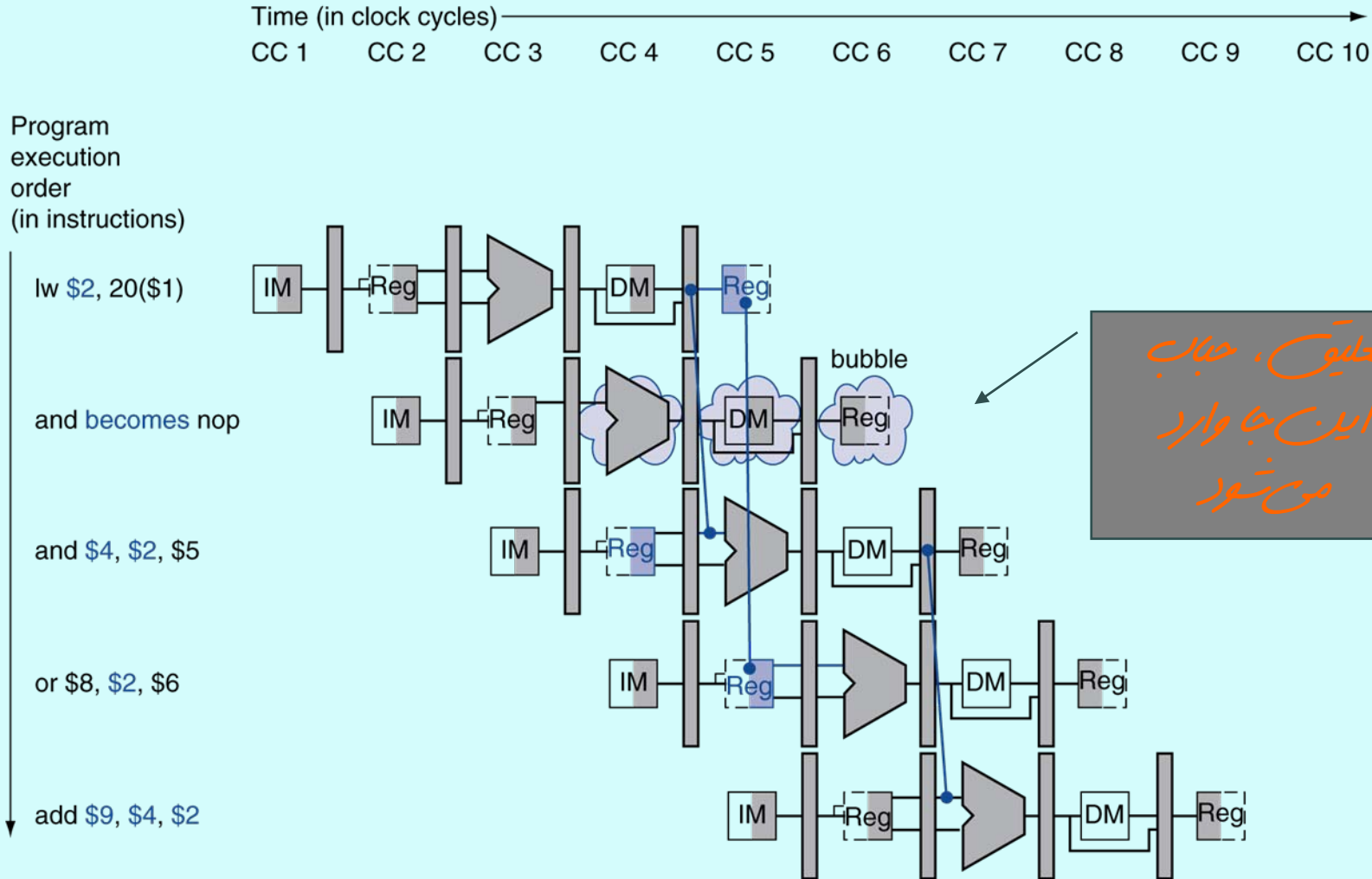
- در این حال **دستور تهی (nop)** وارد خط لوله می‌شود.
 - تمام خطوط کنترلی غیر فعال (برابر با '0') می‌شود.
 - به جز سیگنال‌های نوشتن در حافظه، مقدار باقی سیگنال‌ها اهمیتی ندارد.
 - مقدار PC افزایش نمی‌یابد.
 - دستورالعمل دوباره واکنشی می‌شود.
 - و دوباره کدگشایی می‌شود.



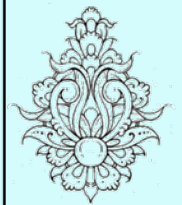
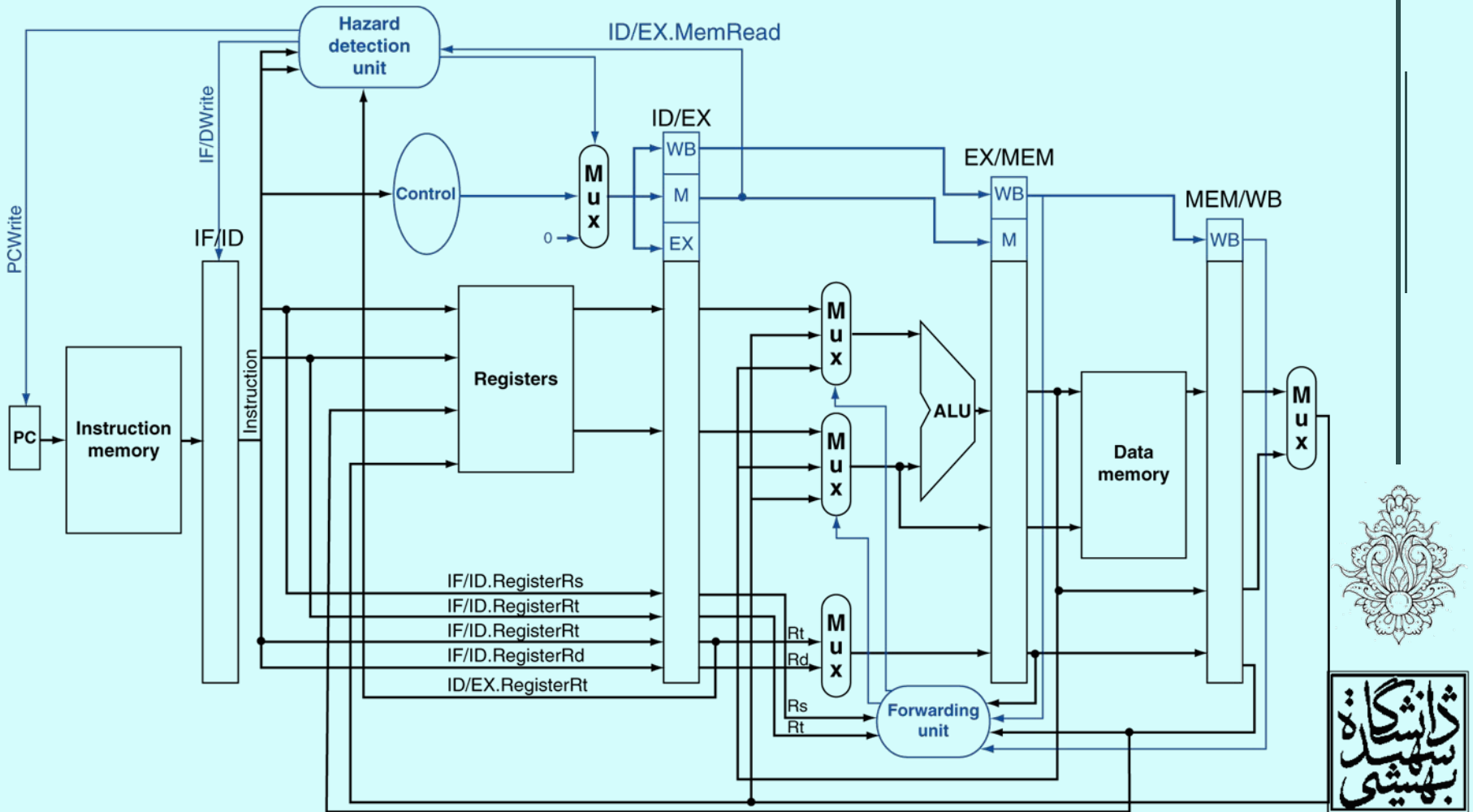
هر چند در تشخیص مخاطرات، سخت‌افزار نقش اصلی را
ایفا می‌کند
است کامپایلر بر نحوه کار خط لوله مسلط باشد

روانما

وارد کردن حباب (ادامه...)



داده‌گذر همراه با مدار تشخیص خطا



تراشه‌نگار
سپهر
بهشتی