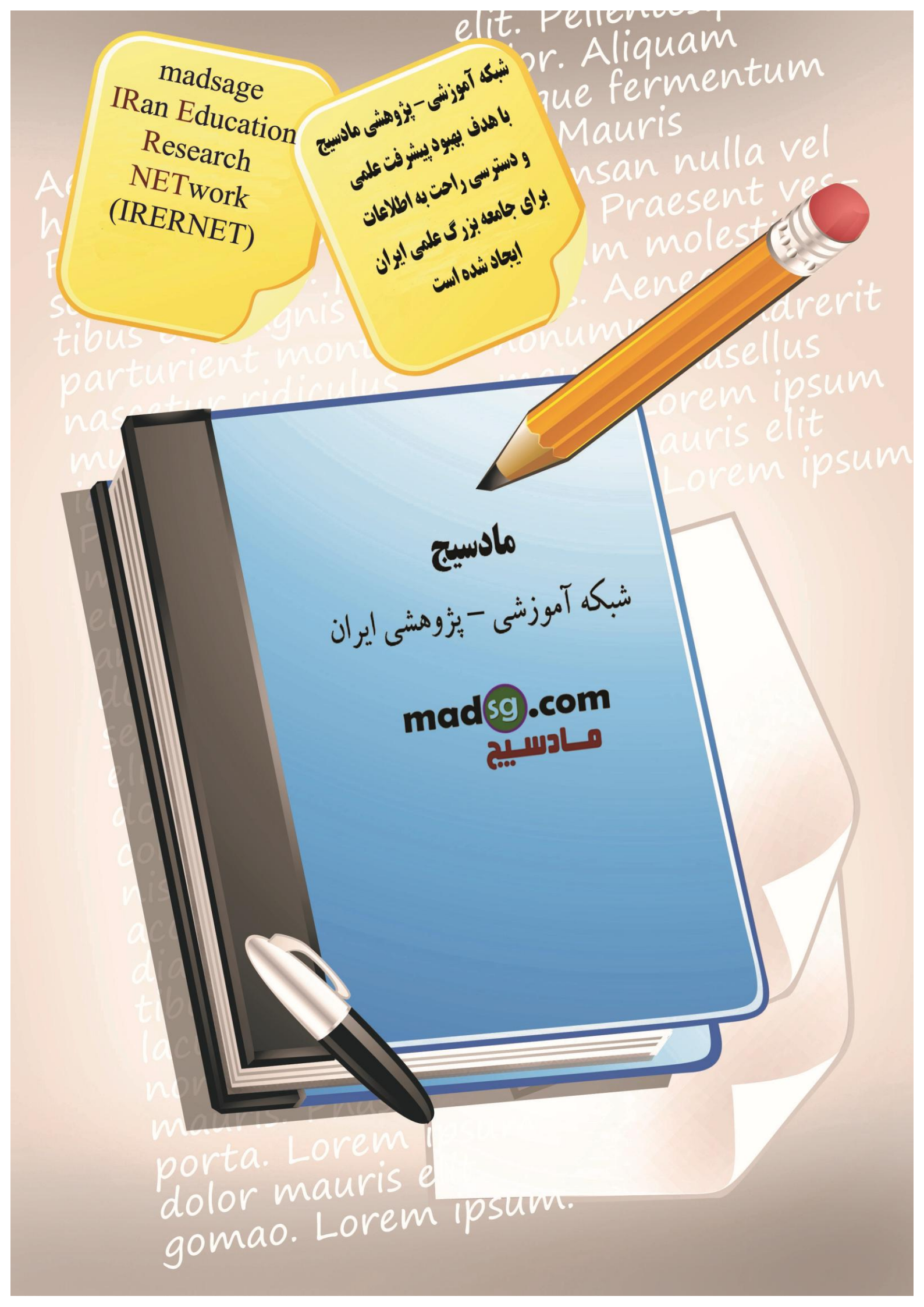

madsage
IRan Education
Research
NETwork
(IRERNET)
شبکه آموزشی-پژوهشی مادسیج
با هدف بهبود پیشرفت علمی
و دسترسی راحت به اطلاعات
برای جامعه بزرگ علمی ایران
ایجاد شده است
مادسیج
شبکه آموزشی - پژوهشی ایران
madsg.com
مادسیج

یا ذاالامن والامان

امنیت داده و شبکه

کنترل دسترسی

مرتضی امینی - نیمسال اول ۹۱-۹۰

مرکز امنیت داده و شبکه شریف
http://dnsl.ce.sharif.edu

فهرست مطالب

- مقدمه
- مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری
- مدل‌های کنترل دسترسی اجباری
  - مدل حفظ محرمانگی
  - مدل حفظ صحت
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا

تعاریف

- مدل کنترل دسترسی (مجازشماری)
  - تعریف: انتزاعی از خط‌مشی‌های کنترل دسترسی
  - بیانگر ساختار داده‌ای و زبان توصیف خط‌مشی‌های کنترل دسترسی
  - نوع خط‌مشی‌ها در کاربردهای مختلف، متفاوت است، لذا نوع مدل‌های کنترل دسترسی حاصله نیز متفاوت است.
- مکانیزم (اِعمال) کنترل دسترسی
  - تعریف: روش و سیستم اِعمال کنترل دسترسی بر اساس خط‌مشی‌های توصیف شده در قالب یک مدل کنترل دسترسی
  - مبتنی است بر یک مدل کنترل دسترسی

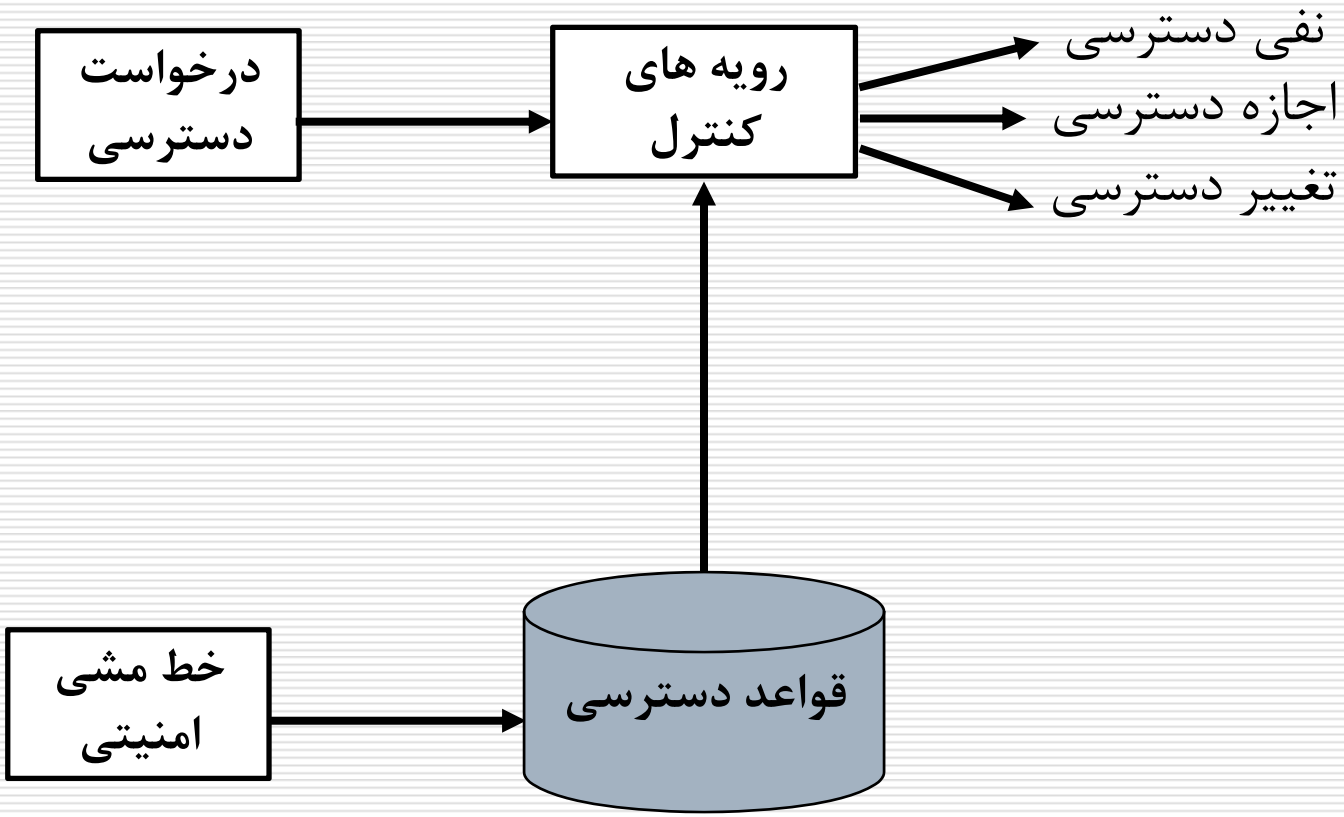
عناصر اصلی

- موجودیت‌های اصلی دخیل در کنترل دسترسی:
  - عامل (Subject): هر آنکه متقاضی دسترسی است.
    - عامل انسانی، عامل ماشینی، پردازه، وب سرویس و . . .
  - شیئ یا منبع (Object or Resource): هر آنچه مورد دسترسی قرار می‌گیرد.
    - فایل، جدول پایگاه داده، پردازه، پردازنده، . . .
  - عمل (Action): عملی که توسط عامل بر روی شیئ یا منبع انجام می‌شود.
    - خواندن، نوشتن، تغییر، حذف، چاپ، . . .
- عامل عنصری فعال (Active) و شیئ عنصری منفعل (Passive) است.
  - یک عنصر می‌تواند هم نقش عامل را داشته باشد و هم نقش شیئ.
    - مثال: پردازه در سیستم عامل، وب‌سرویس در محیط وب

خط‌مشی کنترل دسترسی

- خط‌مشی کنترل دسترسی: چه عامل‌هایی اجازه انجام چه اعمالی را بر روی چه اشیایی دارند و یا ندارند.
- در قالب مجموعه‌ای قاعده دسترسی بیان می‌گردد.
  - علی اجازه خواندن و تغییر به اطلاعات حقوق افراد را دارد.
  - کارمندان عادی اجازه خواندن قراردادهای شرکت را ندارند.
  - سیستم‌های درون سازمان (به غیر از سرورها) اجازه برقراری ارتباط با شبکه‌های بیرونی را ندارند.

مکانیزم کنترل دسترسی



انواع مدل‌های کنترل دسترسی

- بر اساس معیارهای مختلفی می‌توان مدل‌ها را دسته‌بندی کرد.
- انواع مدل‌های کنترل دسترسی بر حسب نحوه انتشار حقوق:
  - مدل کنترل دسترسی اختیاری (DAC)
  - مدل کنترل دسترسی اجباری (MAC)
  - مدل کنترل دسترسی نقش-مبنا (RBAC)

فهرست مطالب

- مقدمه
- **مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری**
- مدل‌های کنترل دسترسی اجباری
  - مدل حفظ محرمانگی
  - مدل حفظ صحت
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا

مدل کنترل دسترسی اختیاری

- خصوصیات اصلی مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری:
  - مبتنی بر شناسه و نیاز به شناخت از کاربر و احراز هویت آن
    - *مثال: حسن اجازه خواندن فایل x.doc را دارد.*
    - *مثال: علی اجازه تغییر جدول y را در پایگاه داده‌ها ندارد.*
  - نحوه انتصاب مجوزهای دسترسی به منابع در اختیار مالک است.
    - *مثال: مالک x.doc مجوز دسترسی خواندن را به حسن می‌دهد.*

مدل کنترل دسترسی اختیاری

- **مزایا:**
  - سادگی، انعطاف‌پذیری
- **معایب:**
  - عدم کنترل جریان اطلاعات و کانال‌های مخفی، عدم کنترل استنتاج
  - سختی مدیریت: مدیر با حجم زیادی از مجوزها و افراد سر و کار دارد.
- **کاربرد:**
  - سیستم‌های کاربردی تجاری که فاقد طبقه‌بندی اطلاعات هستند.
  - سیستم‌های متمرکز با کاربران شناخته شده.

مدل کنترل دسترسی اختیاری

- انواع مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری بر حسب اینکه مجوز پیش‌فرض چه باشد:
  - **مدل‌های باز:** یک عامل به یک شیئ دسترسی دارد مگر آنکه خلاف آن در قواعد دسترسی بیان شده باشد.
  - **مدل‌های بسته:** یک عامل به یک شیئ دسترسی ندارد مگر آنکه در قواعد دسترسی، مجوز دسترسی به آن شیئ صادر شده باشد.

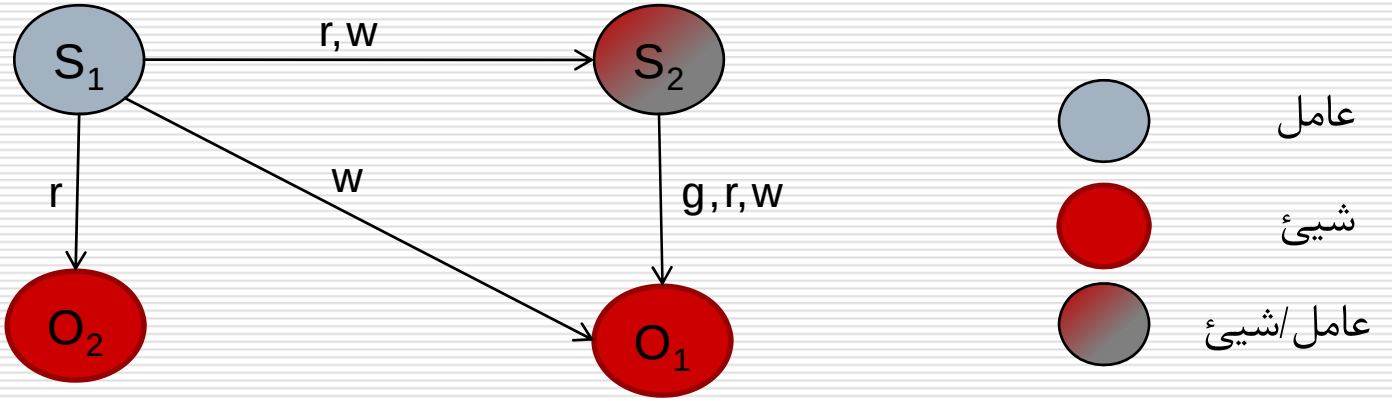
مدل کنترل دسترسی اختیاری

- مدل‌های ماتریس-مبنا
  - اولین بار توسط لمپسون در سال ۱۹۷۱ ارائه شد.
  - هر سطر مربوط به یک عامل و هر ستون مربوط به یک شیئ است.
  - هر درایه ماتریس، مجوزهای دسترسی یک عامل را به یک شیئ نشان می‌دهد.

Rights	Objects			
Subjects		O_1	O_2	O_3
	S_1	+r	-r, +w	+r, +w
	S_2	-w	+w	+r, -w

مدل کنترل دسترسی اختیاری

- مدل‌های گراف-مبنا
  - نمونه بارز آن مدل Take-Grant است.
  - رئوس گراف نمایانگر عامل‌ها و اشیاء است.
  - یال‌ها نمایانگر مجوزهای دسترسی است (g=grant، r=read، w=write).



مدل کنترل دسترسی اختیاری

- مدل‌های قاعده-مبنا
  - بیان مجوزهای دسترسی با مجموعه‌ای از قواعد
  - در محیط‌های جدید محاسباتی بیشتر کاربرد دارد.
  - امکان تعریف شرایط دسترسی را نیز فراهم می‌نماید.
  - برای پیاده‌سازی از سیستم‌های خبره می‌توان استفاده کرد.

If 8am<time<4pm, then access(S_1, O_1, +r)
If S_1.Location=Univ., then access(S_1, Wireless, +connect)

مکانیزم‌های کنترل دسترسی اختیاری

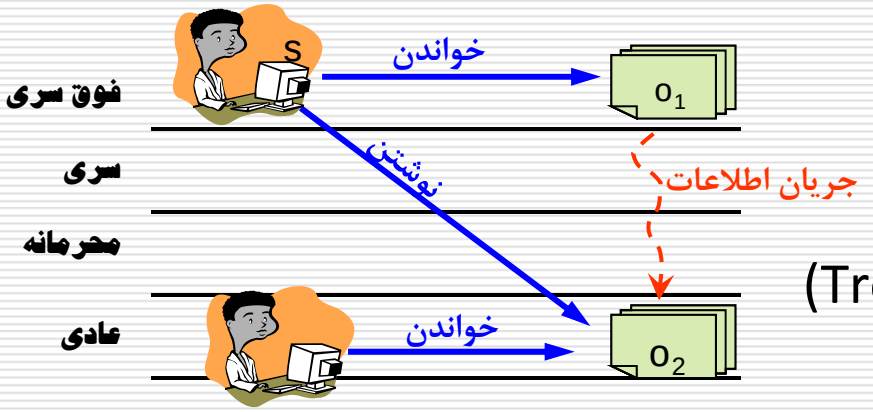
- پیاده‌سازی مکانیزم‌های کنترل دسترسی مبتنی بر مدل کنترل دسترسی اختیاری بر دو روش استوار است:
  - مبتنی بر توانایی (Capability based)
    - مجوزهای هر عامل را خود عامل به صورت یک مجموعه از توانایی‌ها در دست دارد و جهت دسترسی آنها را ارائه می‌نماید.
    - *مثال: کنترل دسترسی به سرویس‌ها در کربروس*
  - مبتنی بر لیست کنترل دسترسی (Access Control List)
    - لیست عامل‌ها و مجوزها آنها در کنار هر شیئ یا منبع قرار می‌گیرد.
    - *مثال: پیاده‌سازی کنترل دسترسی در لینوکس*

فهرست مطالب

- مقدمه
- مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری
- **مدل‌های کنترل دسترسی اجباری**
  - مدل حفظ محرمانگی
  - مدل حفظ صحت
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا

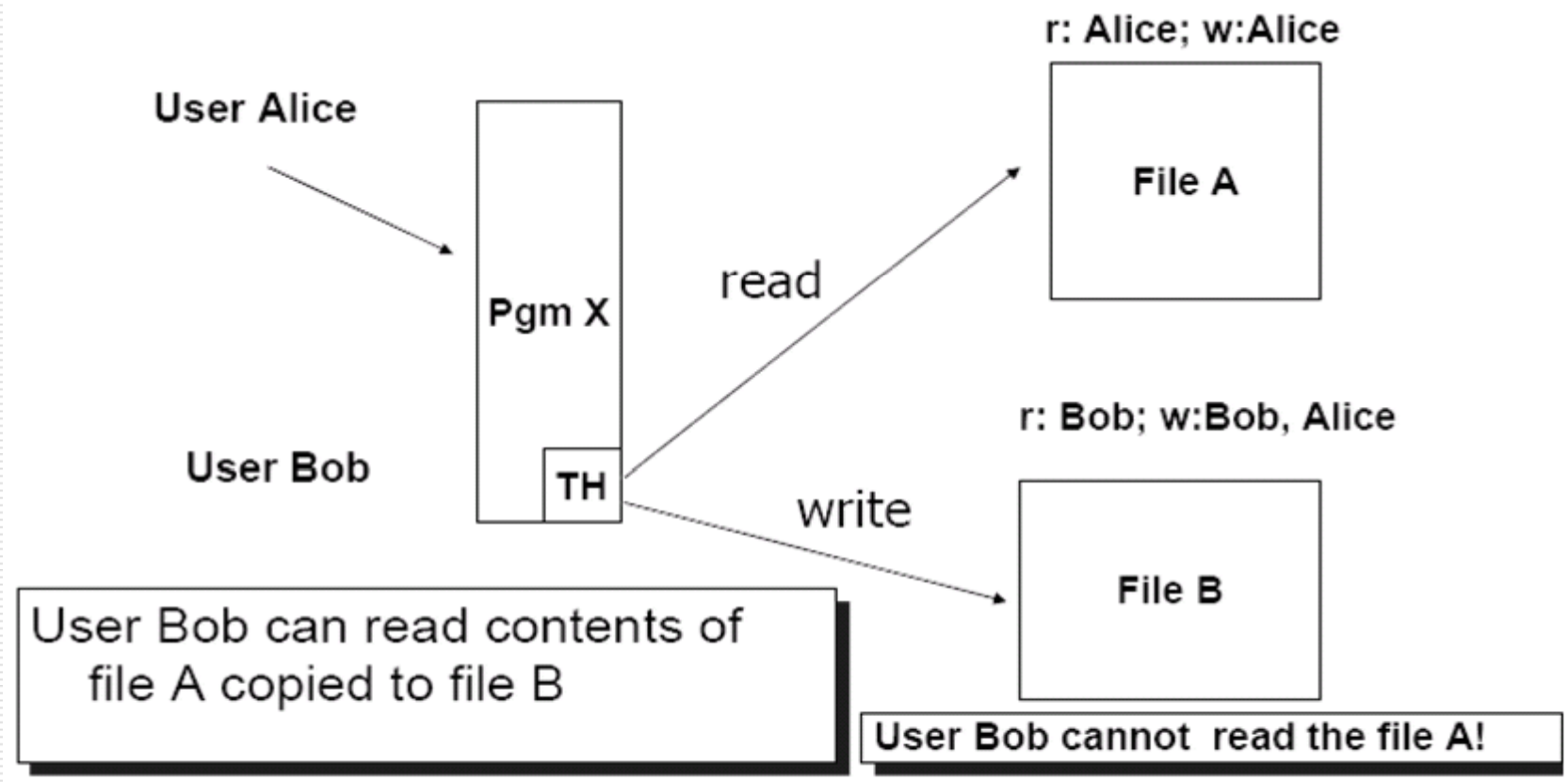
ضعف مدل کنترل دسترسی اختیاری

- عدم امکان کنترل انتشار اطلاعات توسط عامل‌های دیگر
  - علی صاحب فایل A، اجازه خواندن را به حسن می دهد.
  - حسن فایل A را می خواند و در فایل B می نویسد.
  - علی دیگر هیچ کنترلی روی B (حاوی اطلاعات A) ندارد.
- عدم امکان کنترل جریان اطلاعات از یک شیئ به شیئ دیگر
- با فرض معتمد بودن عامل‌ها
  - به نرم‌افزارها نمی‌توان اعتماد کرد.
  - احتمال وجود اسب تروا (Trojan Horse)



ضعف کنترل دسترسی اختیاری

- احتمال وجود اسب تروا (Trojan Horse)



کنترل دسترسی اجباری

- کنترل دسترسی عامل‌ها به اشیاء بر اساس سطوح امنیتی آنها و قواعد ثابت
- مدل‌های حفظ محرمانگی
  - مثال: مدل BLP
- مدل‌های حفظ صحت
  - مثال: مدل Biba
- مدل‌های حفظ صحت و محرمانگی
  - مثال: مدل Dion

فهرست مطالب

- مقدمه
- مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری
- **مدل‌های کنترل دسترسی اجباری**
  - **مدل حفظ محرمانگی**
  - مدل حفظ صحت
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا

مدل BLP

- ارائه شده به وسیلهٔ Bell و Lapadula در سال ۱۹۷۶
- توسعه‌یافتهٔ مدل ماتریس دسترسی برای حفظ امنیت چند سطحی
- مناسب برای محیط های نظامی
- عامل‌ها و اشیاء دارای سطح امنیتی (سطح محرمانگی)
- هر سطح امنیتی با دو جزء مشخص می‌گردد L=(C, S):
  - C: رده (classification): یک ترتیب از برچسب‌های امنیتی است مانند عادی، محرمانه، خیلی محرمانه، سری، بکلی سری
  - S: رسته (category): معرف سازمان یا کاربرد است (مانند ناتو، هسته‌ای).

مدل BLP

- مبتنی بر مفهوم عامل / شئ است:
  - عاملها، اجزای فعال بوده و عملیات را اجرا می‌کنند.
  - اشیاء، اجزای غیرفعال بوده و دارای اطلاعات هستند.
- حالات دسترسی:
  - فقط خواندن (یا خواندن) = R
  - الحاق (نوشتن بدون خواندن) = A
  - اجرا (اجرای یک شئ یا برنامه) = E
  - نوشتن - خواندن (یا نوشتن) = W

Observe / Modify	+	-
+	W	A
-	R	E

مدل BLP

- سطوح رده‌بندی عامل‌ها (یا برنامه‌ها) و اشیاء (یا منابع):
  - خیلی سری یا TS (مخفف Top Secret)
  - سری یا S (مخفف Secret)
  - محرمانه یا C (مخفف Confidential)
  - بدون رده یا U (مخفف Unclassified)
- **رابطه تفوق (dominance)**: مقایسه دو سطح امنیتی
  L1 = (C1, S1) و L2 = (C2, S2)

$$L1 \geq L2 \Leftrightarrow C1 \geq C2 \wedge S1 \supseteq S2$$

- سطوح امنیتی بر اساس رابطه ترتیب جزئی تفوق (≥) تشکیل یک شبکه (Lattice) می‌دهند.

مدل BLP

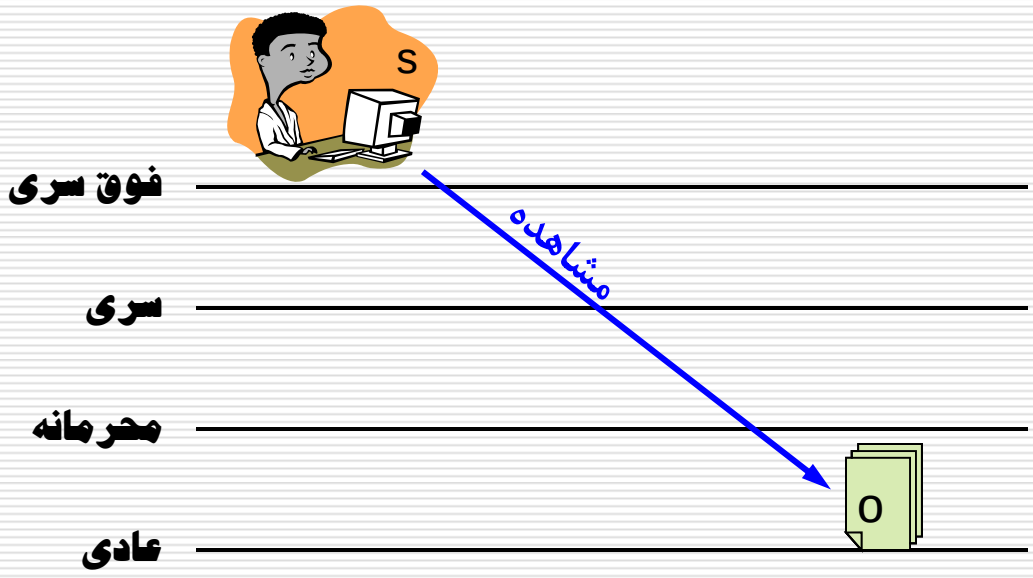
- هر شیئ دارای یک سطح امنیتی است که با تابع f_o مشخص میشود.
  - مثال: $f_o(doc_1)=(secret,nato)$
- هر عامل یک سطح امنیتی اصلی (f_s) دارد و یک سطح امنیتی جاری (f_c) که هنگام ورود به سیستم مشخص می‌شود و پایینتر از سطح امنیتی اصلی است.

قواعد مدل BLP –۱

(۱) قاعدهٔ سادهٔ امنیتی (SS):

یک عامل، مجوز مشاهده (خواندن R یا نوشتن W) یک شئ را دارد فقط اگر سطح امنیتی اصلی عامل، بزرگتر یا مساوی سطح امنیتی شیئ باشد.

$$f_s(s) \geq f_o(o)$$



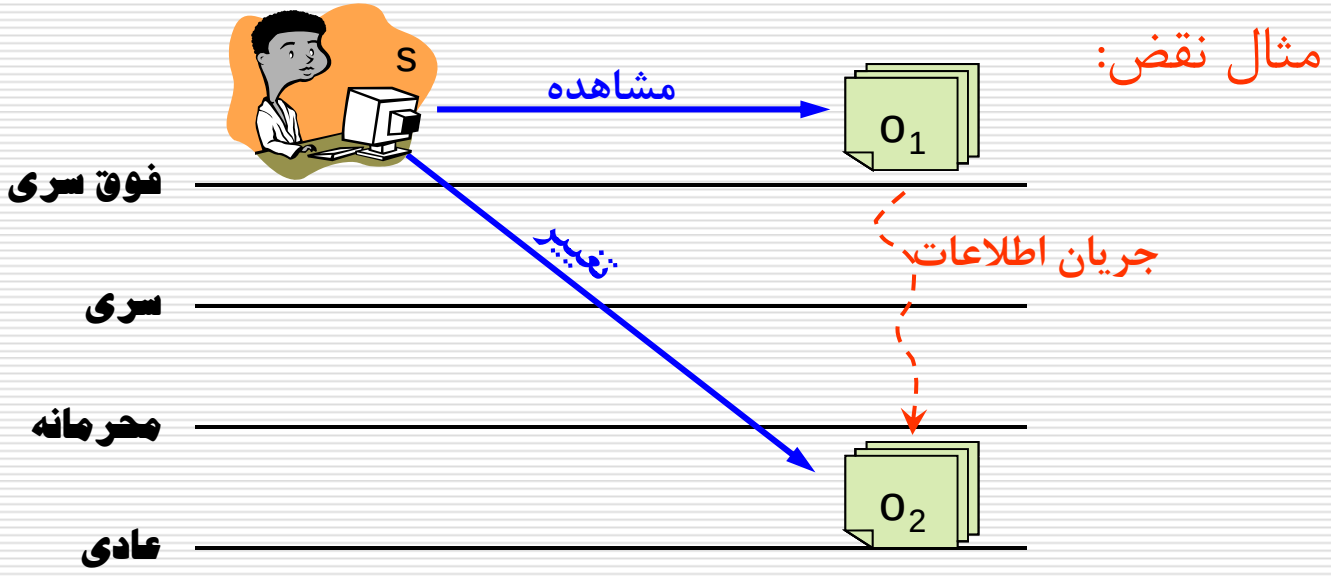
قواعد مدل BLP – ۲

(۲) قاعدهٔ ستاره (*):

یک عامل، اگر امکان مشاهده شیئ o_1 و تغییر شیئ o_2 را داشته باشد، آنگاه باید:

$$f_o(o_2) \geq f_o(o_1)$$

مثال نقض:



۳– قواعد مدل BLP

(۲) ادامهٔ قاعدهٔ ستاره (*):

- یک عامل، مجوز الحاق (A) یک شئ را دارد فقط اگر سطح امنیتی فعلی عامل، کوچکتر یا مساوی سطح امنیتی شئ باشد. $f_c(s) \leq f_o(o)$
- یک عامل، مجوز نوشتن (W) یک شئ را دارد فقط اگر سطح امنیتی فعلی عامل، مساوی سطح امنیتی شئ باشد. $f_c(s) = f_o(o)$
- یک عامل، مجوز خواندن (R) یک شئ را دارد فقط اگر سطح امنیتی فعلی عامل، بزرگتر یا مساوی سطح امنیتی شئ باشد. $f_c(s) \geq f_o(o)$

خلاصه ای از مدل BLP

به طور خلاصه و ساده:

- عامل از اشیای با سطوح امنیتی پایینتر یا مساوی خود، می‌خواند (مشاهده).

No Read Up

- عامل در اشیای با سطوح امنیتی بالاتر یا مساوی خود، می‌نویسد (تغییر).

No Write Down

فهرست مطالب

- مقدمه
- مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری
- **مدل‌های کنترل دسترسی اجباری**
  - مدل حفظ محرمانگی
  - **مدل حفظ صحت**
- مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا

مدل حفظ صحت Biba

- مدل BLP: صرفاً حفظ محرمانگی
- نیاز به حفظ صحت داده‌ها در مقابل تغییرات غیرمجاز
- مدل ارائه شده توسط Biba در سال ۱۹۷۷
- مبانی مدل Biba مشابه مدل BLP است.
- مدل Biba بیشتر با خط‌مشی سختگیرانه اش شناخته شده است.

مدل Biba

- عامل ها و اشیاء دارای سطح صحت
- هر سطح صحت با دو جزء مشخص می‌گردد L=(C, S):
  - C: رده (classification)
  - S: رسته (category)
  - رسته، معرف سازمان یا کاربرد است (مانند ناتو، هسته‌ای)
- سطح صحت عامل: میزان اعتماد به فرد (عامل) در عدم تغییر ناصحیح داده‌های یک شیئ.
- سطح صحت شیئ: میزان اعتماد به داده‌های یک شیئ و میزان خسارت ناشی از تغییر غیرمجاز در داده‌های آن.

مدل Biba

- سطوح رده‌بندی صحت عاملها (یا برنامه‌ها) و اشیاء (یا منابع):
  - حیاتی یا C (مخفف Crucial)
  - خیلی مهم یا VI (مخفف Very Important)
  - مهم یا I (مخفف Important)
- **رابطه تفوق (dominance)**: مقایسه دو سطح صحت
  $L1 = (C1, S1)$ و $L2 = (C2, S2)$

$$L1 \geq L2 \Leftrightarrow C1 \geq C2 \wedge S1 \supseteq S2$$

- سطوح صحت بر اساس رابطه ترتیب جزئی تفوق ($\geq$) تشکیل یک شبکه (Lattice) می دهند.

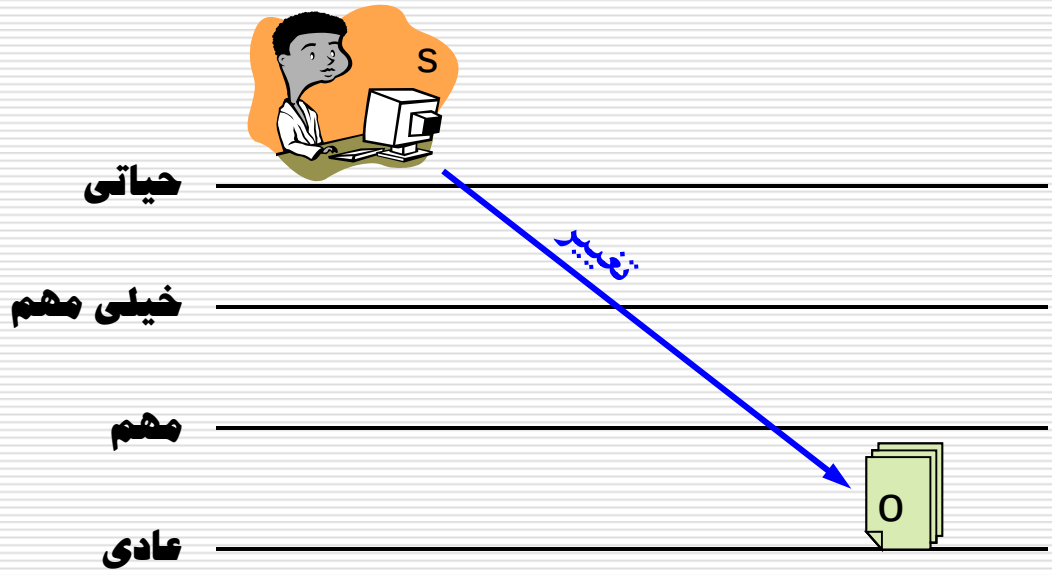
مدل Biba

- مبتنی بر مفهوم عامل / شیئ است:
  - عاملها، اجزای فعال بوده و عملیات را اجرا می‌کنند.
  - اشیاء، اجزای غیرفعال بوده و دارای اطلاعات هستند.
- حالات دسترسی:
  - تغییر (Modify): نوشتن داده‌ها در یک شیئ
  - اجرا (Invoke): اجرای یک عامل با عامل دیگر
  - مشاهده (Observe): خواندن داده‌های یک شیئ

قواعد اجباری در مدل Biba –۱

(۱) خصوصیت ستاره (*) صحت

یک عامل، مجوز تغییر یک شئ را دارد فقط اگر سطح صحت عامل، بزرگتر یا مساوی سطح صحت شئ باشد. $I(s) \geq I(o)$

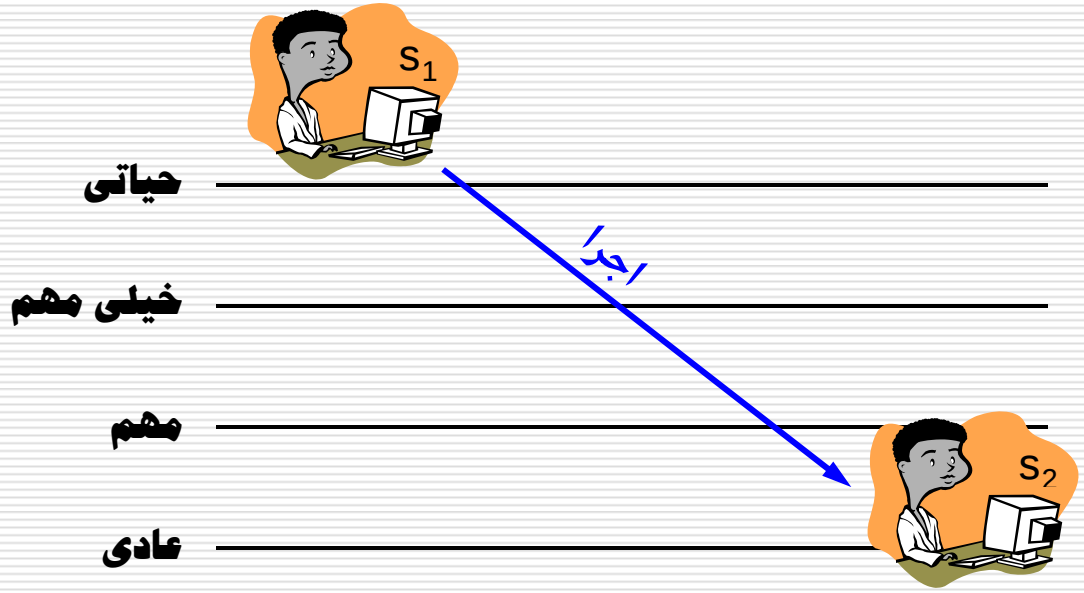


قواعد اجباری در مدل Biba –۲

(۲) خصوصیت اجرا

یک عامل، مجوز اجرا یک عامل دیگر را دارد فقط اگر سطح صحت عامل اول بزرگتر یا مساوی سطح صحت عامل دوم باشد.

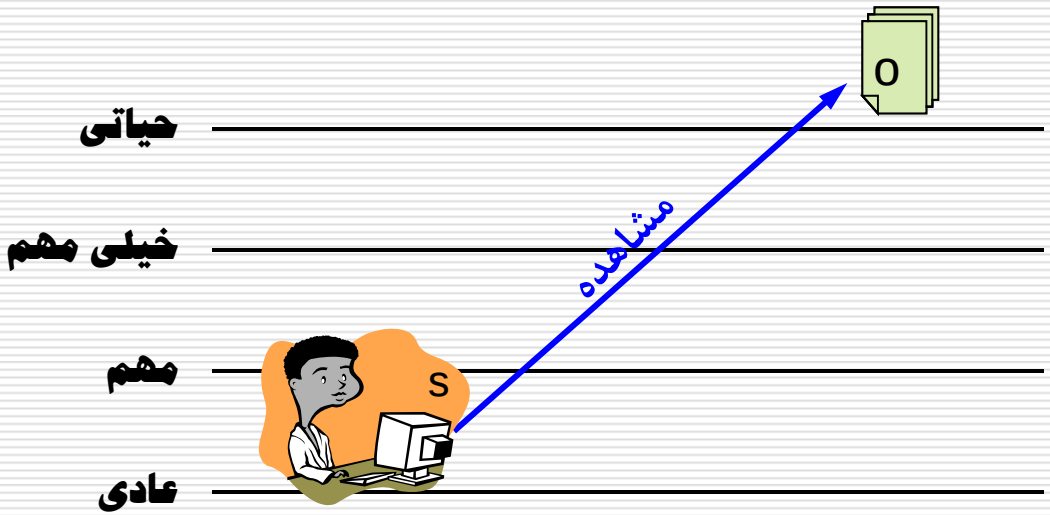
$$I(s_1) \geq I(s_2)$$



قواعد اجباری در مدل Biba – ۳

(۳) خصوصیت ساده صحت

یک عامل، مجوز مشاهده یک شیئ را دارد فقط اگر سطح صحت عامل، کوچکتر از سطح صحت شیئ باشد. $I(o) \geq I(s)$



خلاصه مدل Biba

- خط مشی حفظ صحت سختگیرانه به طور خلاصه:
  - عامل از اشیای با سطوح امنیتی بالاتر یا مساوی خود، می‌خواند (مشاهده).

No Read Down

  - عامل در اشیای با سطوح امنیتی پایینتر یا مساوی خود، می‌نویسد (تغییر).

No Write Up

فهرست مطالب

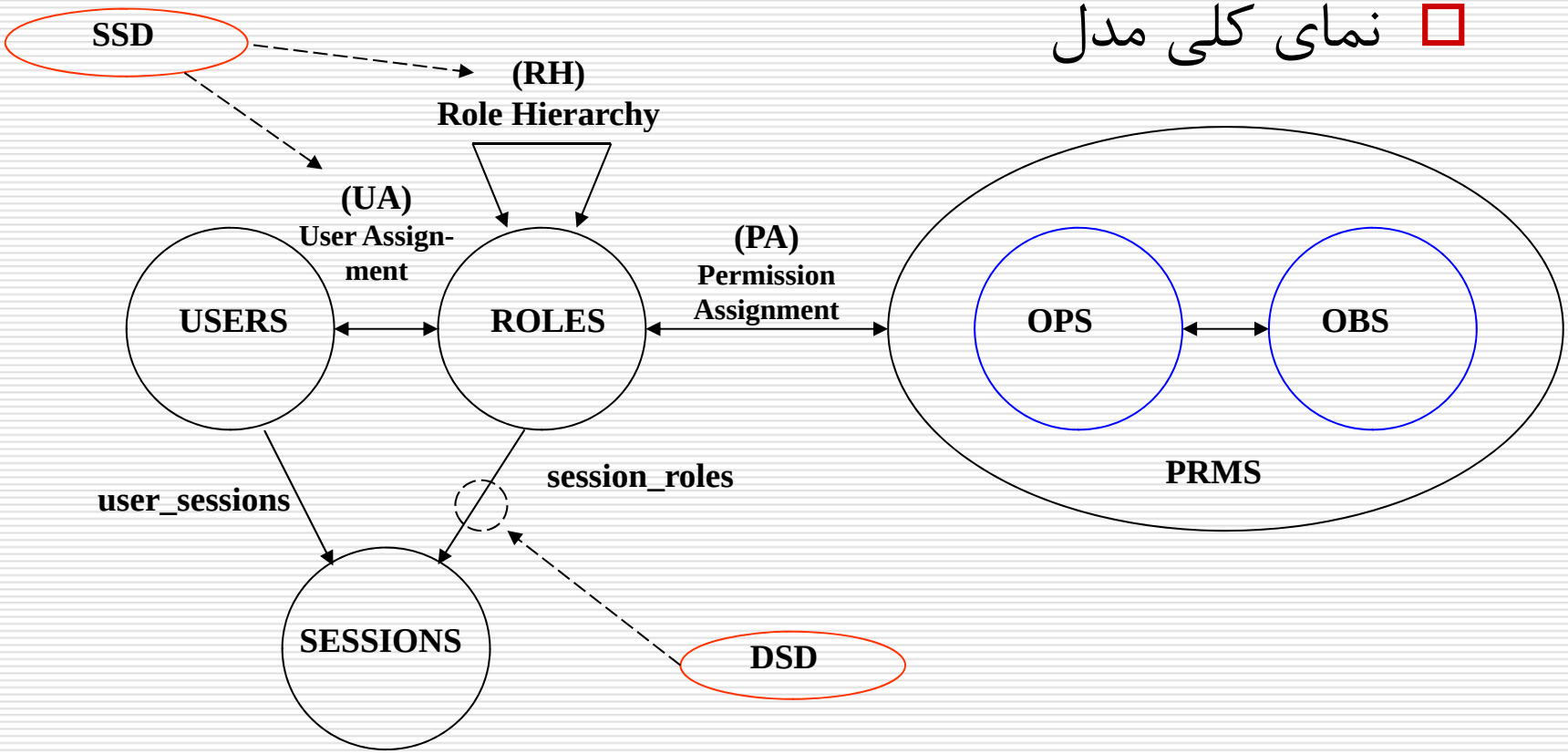
- مقدمه
- مدل‌های کنترل دسترسی اختیاری
- مدل‌های کنترل دسترسی اجباری
  - مدل حفظ محرمانگی
  - مدل حفظ صحت
- **مدل‌های کنترل دسترسی نقش-مبنا**

مدل نقش–مبنا

- سازگاری با ساختار سازمانی
- سادگی مدیریت کنترل دسترسی
- قدرت بیان: امکان بیان خط‌مشی‌های اختیاری (DAC) و اجباری (MAC)
- اصل حداقل مجوزها (least privilege)
- تفکیک وظایف (SoD)

مدل RBAC

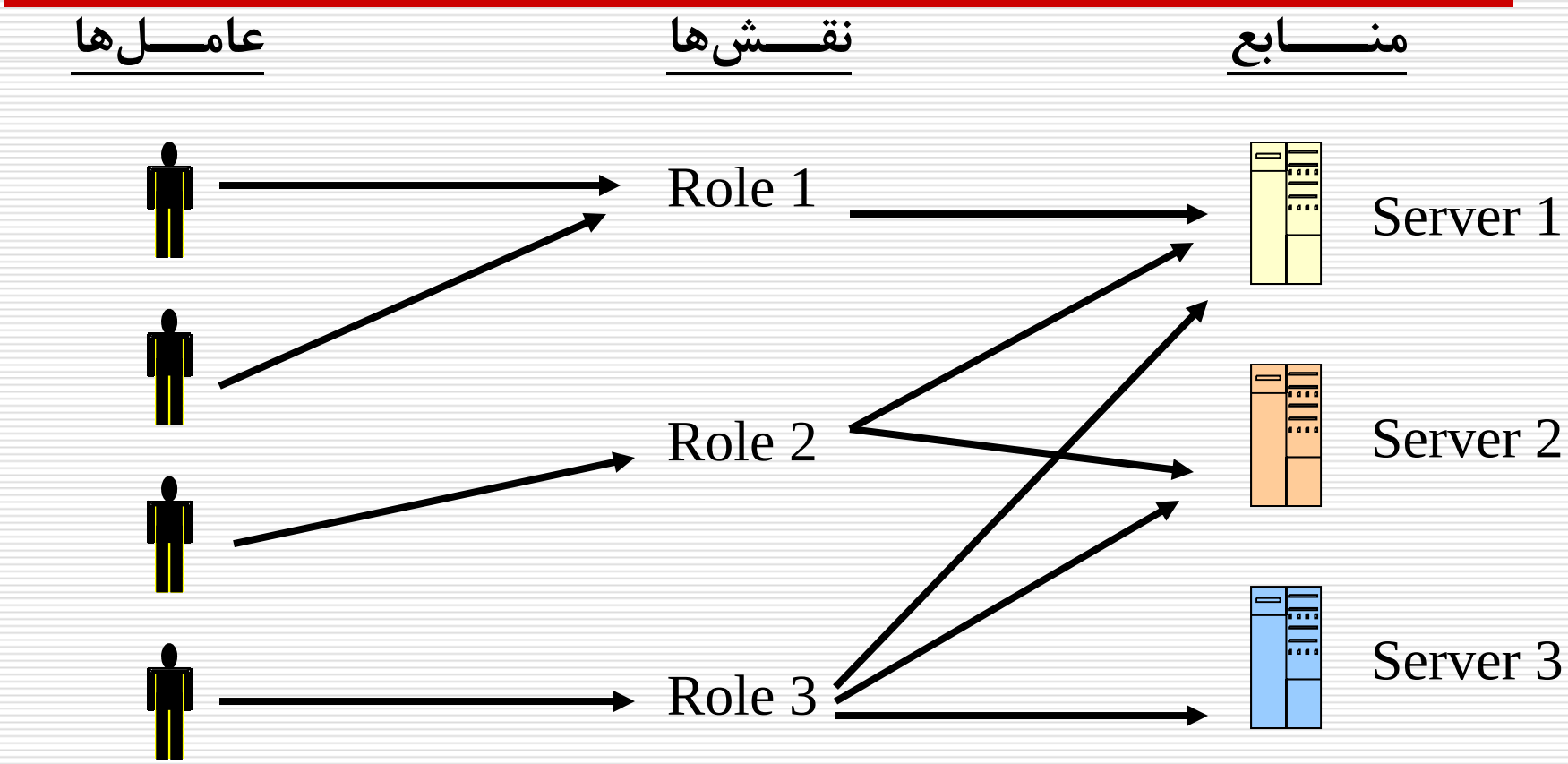
- نمای کلی مدل



مدل نقش–مبنا

- اعطای مجوزها به نقش‌ها و نقش‌ها به کاربران (به جای اختصاص مستقیم مجوزها به کاربران)
- تعیین نقش‌ها بر اساس اصل حداقل مجوزها
- اعطای مجموعه مجوزهای موردنیاز برای اجرای وظایف مربوطه به هر نقش به آن
- امکان توصیف تفکیک وظایف (Separation of Duties) و مساله تضاد منافع (Conflict of Interests)

مدل نقش–مبنا



کاربران دائماً تغییر می‌کنند اما نقش‌ها خیر

انواع مدل نقش–مبنا

- مدل نقش-مبنای پایه ($RBAC_0$)
  - مولفه‌های مدل پایه
- مدل نقش-مبنای سلسله مراتبی ($RBAC_1$)
  - مدل $RBAC_0$ + سلسله مراتب نقشها
- مدل نقش-مبنا با محدودیت ($RBAC_2$)
  - مدل $RBAC_0$ + تفکیک وظایف ایستا (SSoD) و پویا (DSoD)
- مدل نقش-مبنای کامل ($RBAC_3$)
  - مدل $RBAC_1$ + مدل $RBAC_2$

انواع مدل نقش–مبنا

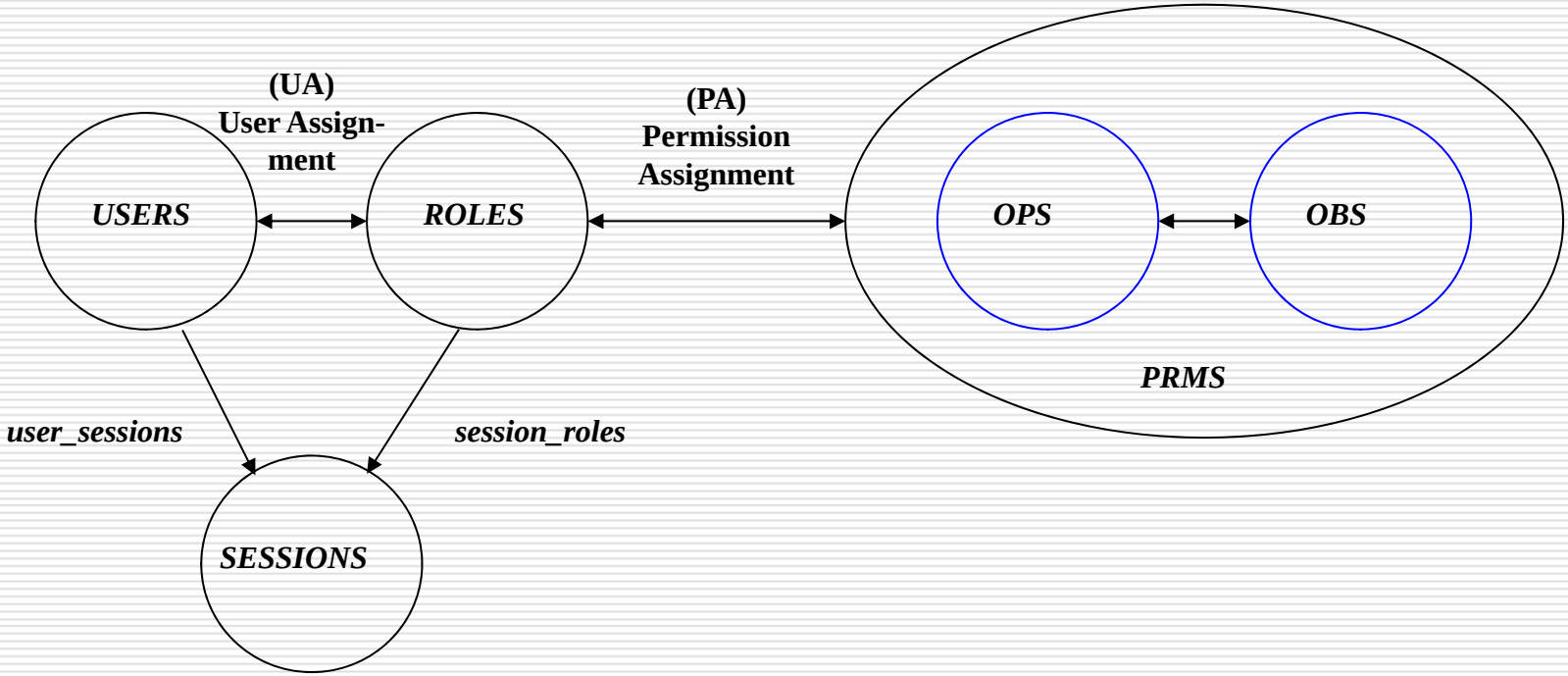
Models	Hierarchies	Constraints
$RBAC_0$	–	–
$RBAC_1$	✓	–
$RBAC_2$	–	✓
$RBAC_3$	✓	✓

مدل نقش مبنای پایه $RBAC_0$

- مولفه‌های مدل پایه $RBAC_0$:
  - عامل‌ها یا کاربران(USERS)
  - نقش‌ها (ROLES)
  - مجوزها (PRMS)
    - اعمال (OPS)
    - اشیاء (OBS)
  - رابطه اختصاص نقش به کاربر (UA)
  - رابطه اختصاص مجوز به نقش (PA)
  - نشست‌ها (SESSIONS)

مدل $RBAC_0$

- نمای کلی مدل $RBAC_0$



مدل $RBAC_0$

- کاربران (USERS)

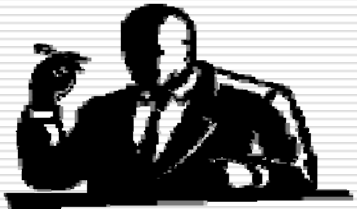
پردازه

عامل انسانی

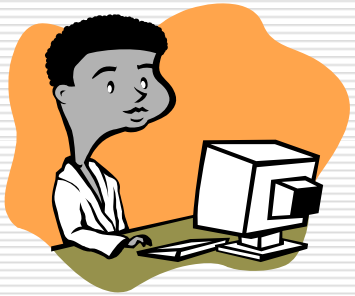
عامل ماشینی هوشمند

مدل $RBAC_0$

- نقش‌ها (ROLES): هر نقش شامل تعدادی وظیفه‌مندی



مدیر کل



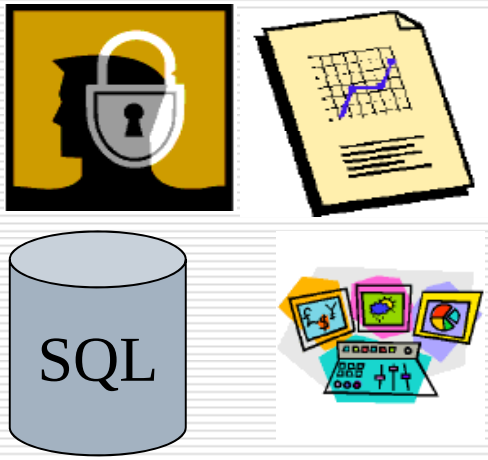
برنامه‌نویس

اپراتور راهنما

مدل $RBAC_0$

- اعمال (OPS): اجرای عملی خاص بر روی یک شیئ یا منبع

- Database – Update Insert Append Delete
- Locks – Open Close
- Reports – Create View Print
- Applications – Read Write Execute



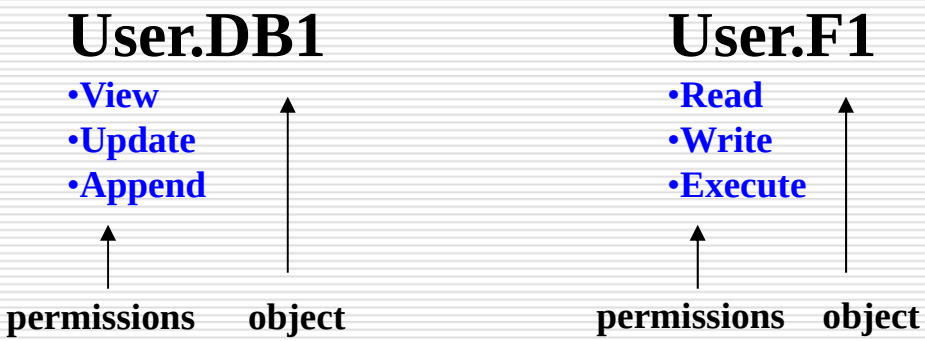
مدل $RBAC_0$

- اشیاء یا منابع (OBS): حاوی داده‌ها

•OS Files or Directories
•DB Columns, Rows, Tables, or Views
•Printer
•Disk Space
•Lock Mechanisms

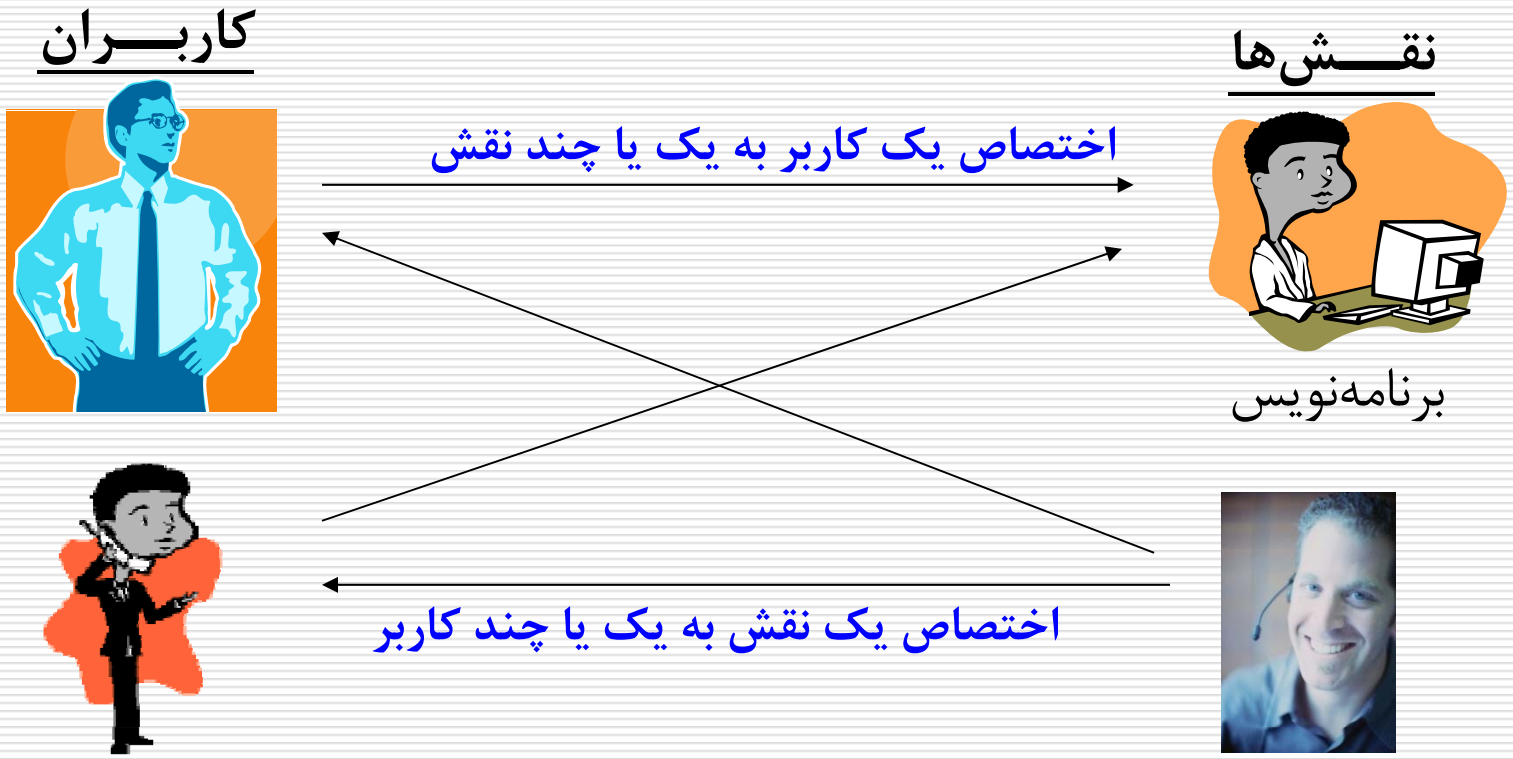
مدل $RBAC_0$

- مجوزها (PRMS): اجرای عملی خاص بر روی یک شیئ یا منبع



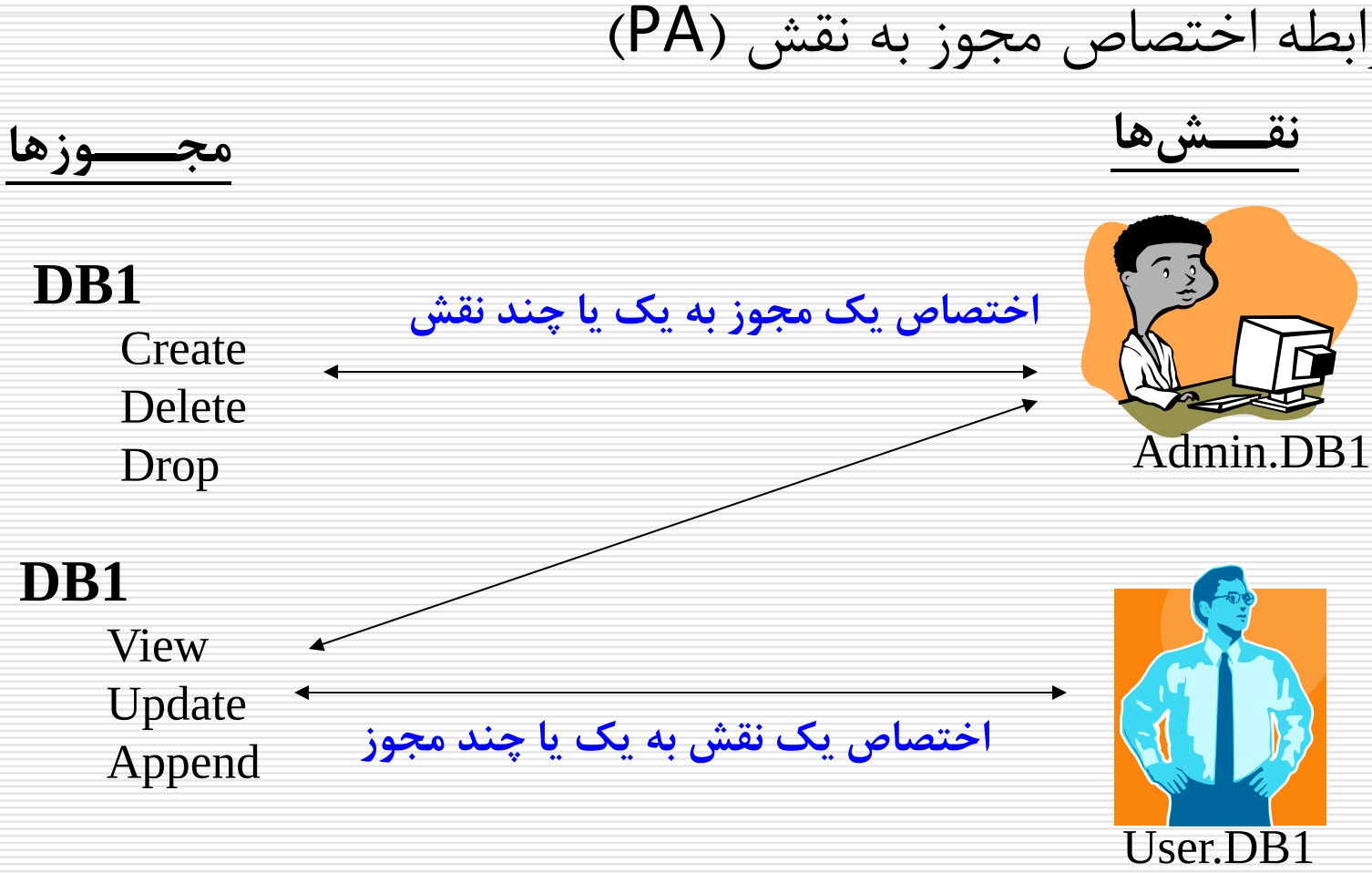
مدل $RBAC_0$

- رابطه اختصاص نقش به کاربر (UA)



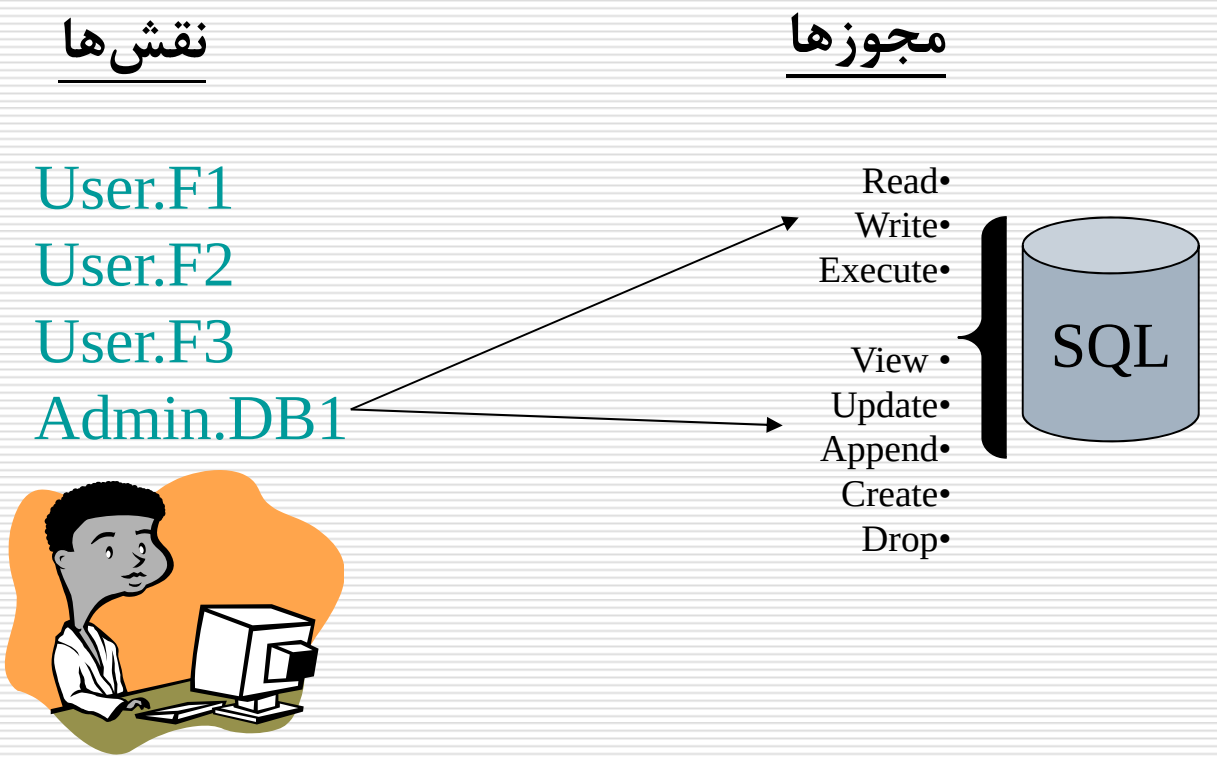
مدل $RBAC_0$

- رابطه اختصاص مجوز به نقش (PA)



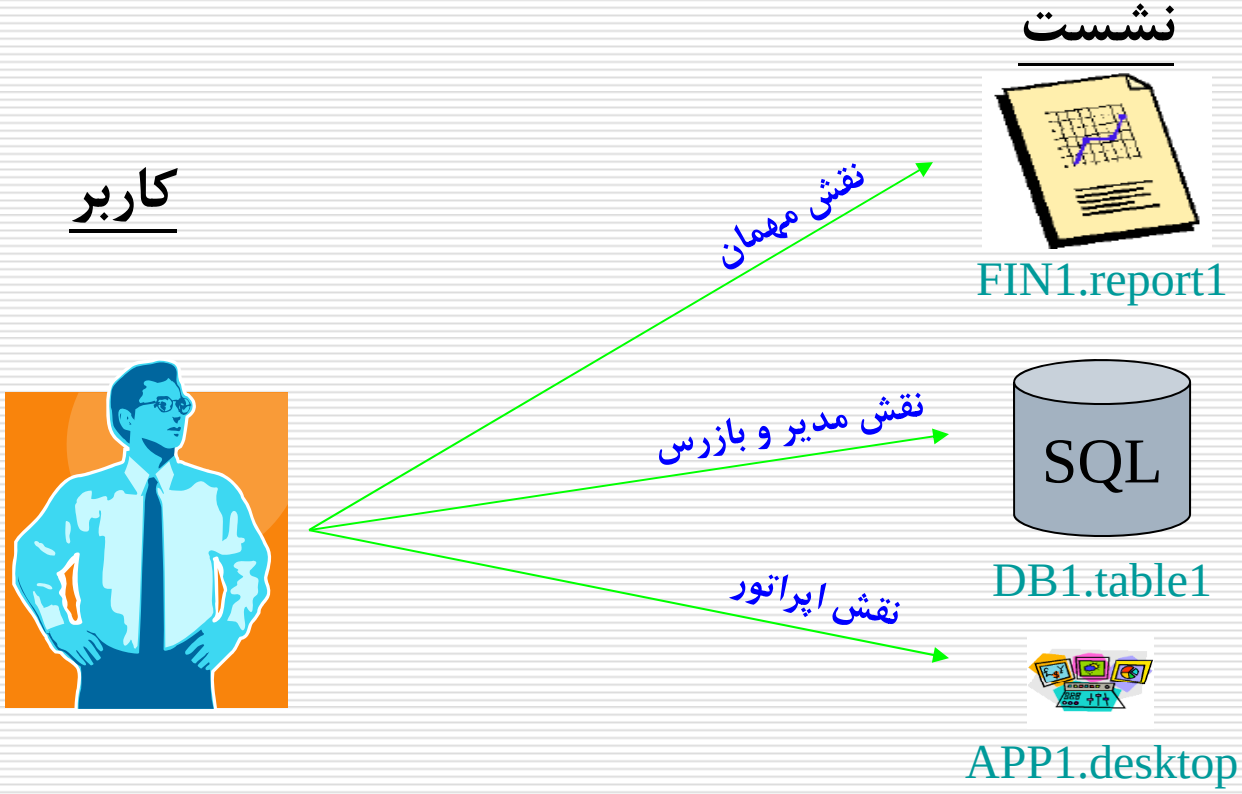
مدل $RBAC_0$

- رابطه اختصاص مجوز به نقش (PA)



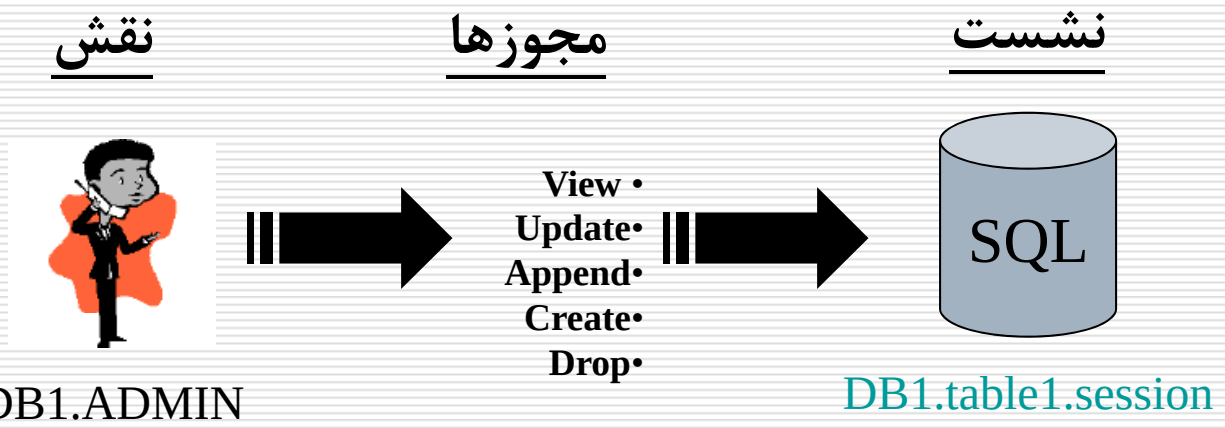
مدل $RBAC_0$

- نشست‌ها: هر کاربر می تواند چند نشست داشته باشد و در هر نشست چند نقش اختصاص یافته (با UA) را فعال کند.



مدل $RBAC_0$

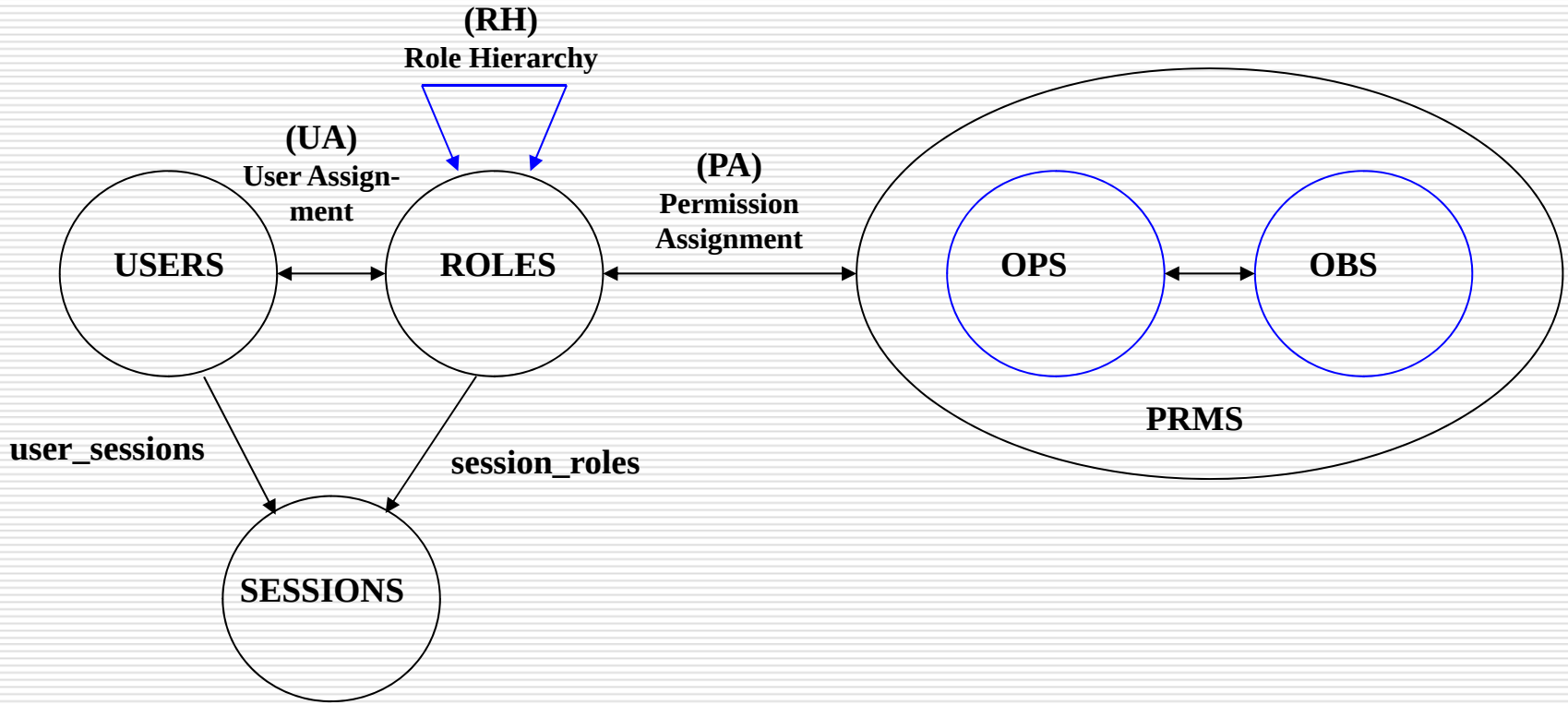
- مجوزهای یک نشست = مجموعه مجوزهای نقش‌های فعال شده در نشست



مدل نقش–مبنای سلسله‌مراتبی $RBAC_1$

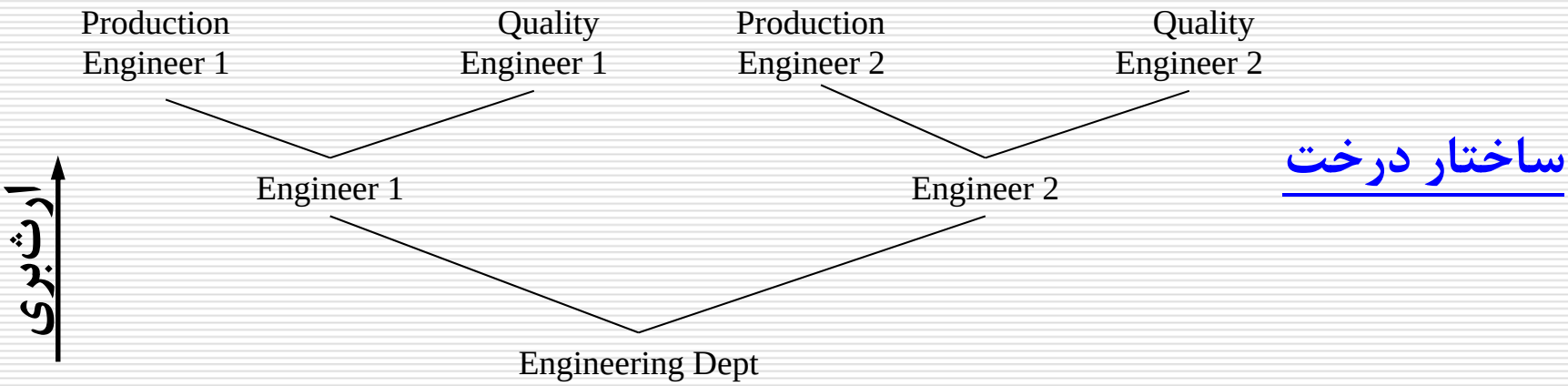
مدل نقش–مبنای سلسله‌مراتبی $RBAC_1$

- نمای کلی مدل $RBAC_1$

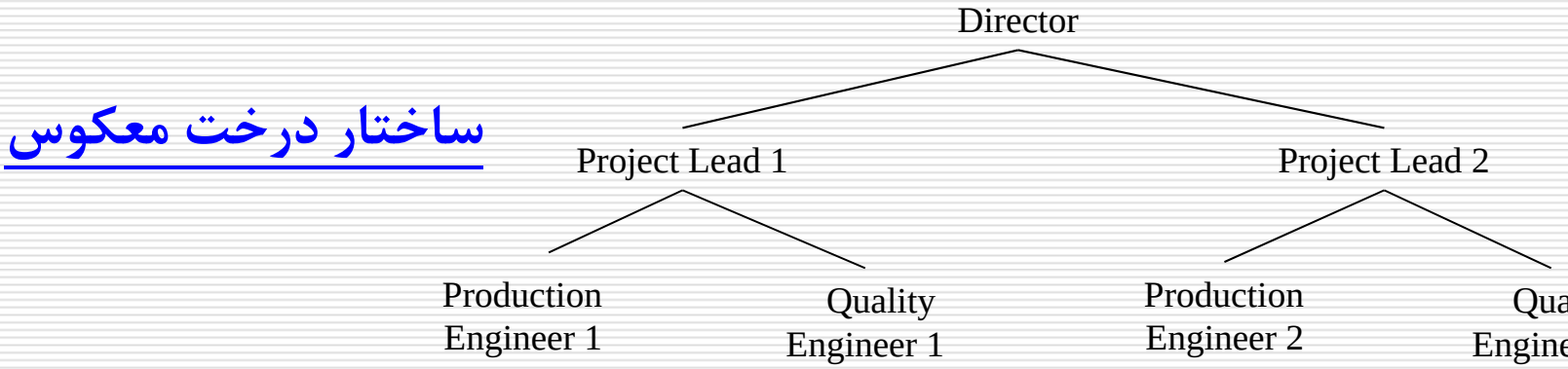


مدل $RBAC_1$

- انواع سلسله مراتب نقش‌ها



ساختار درخت

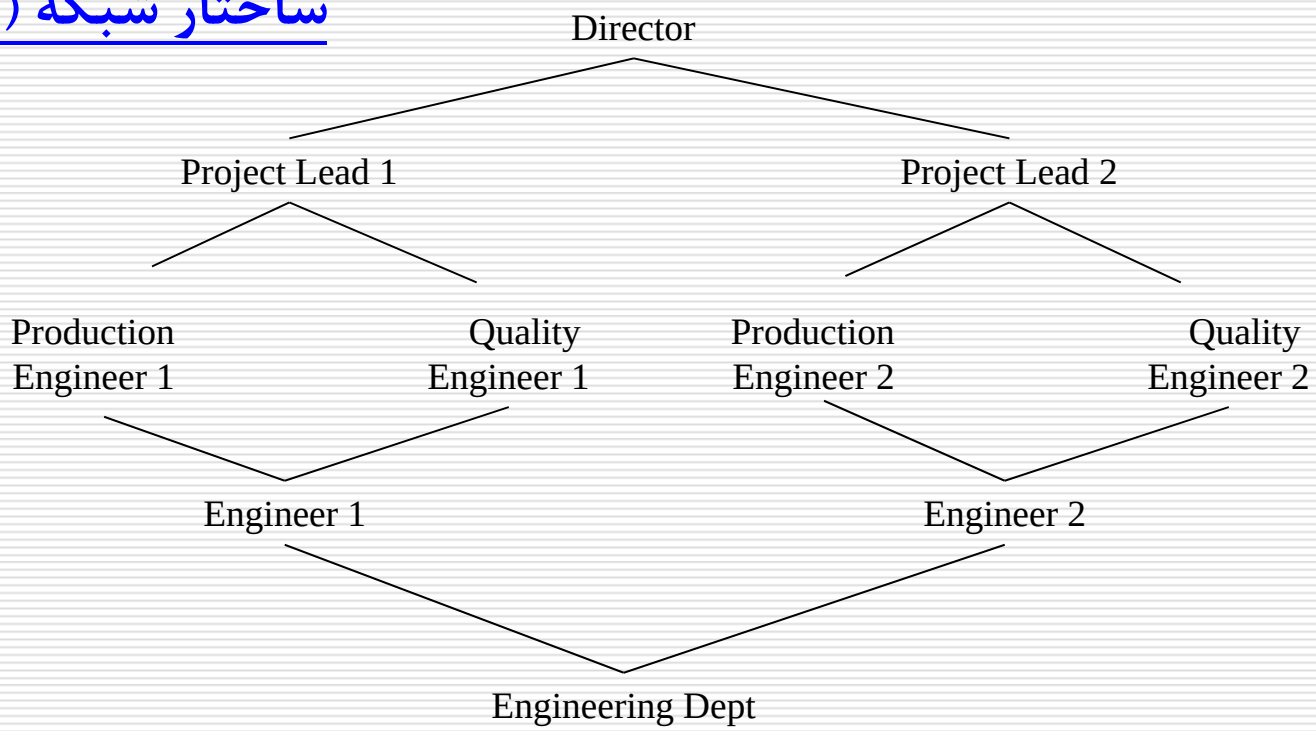


ساختار درخت معکوس

مدل $RBAC_1$

- انواع سلسله مراتب نقش‌ها

ساختار شبکه (Lattice)



مدل $RBAC_1$

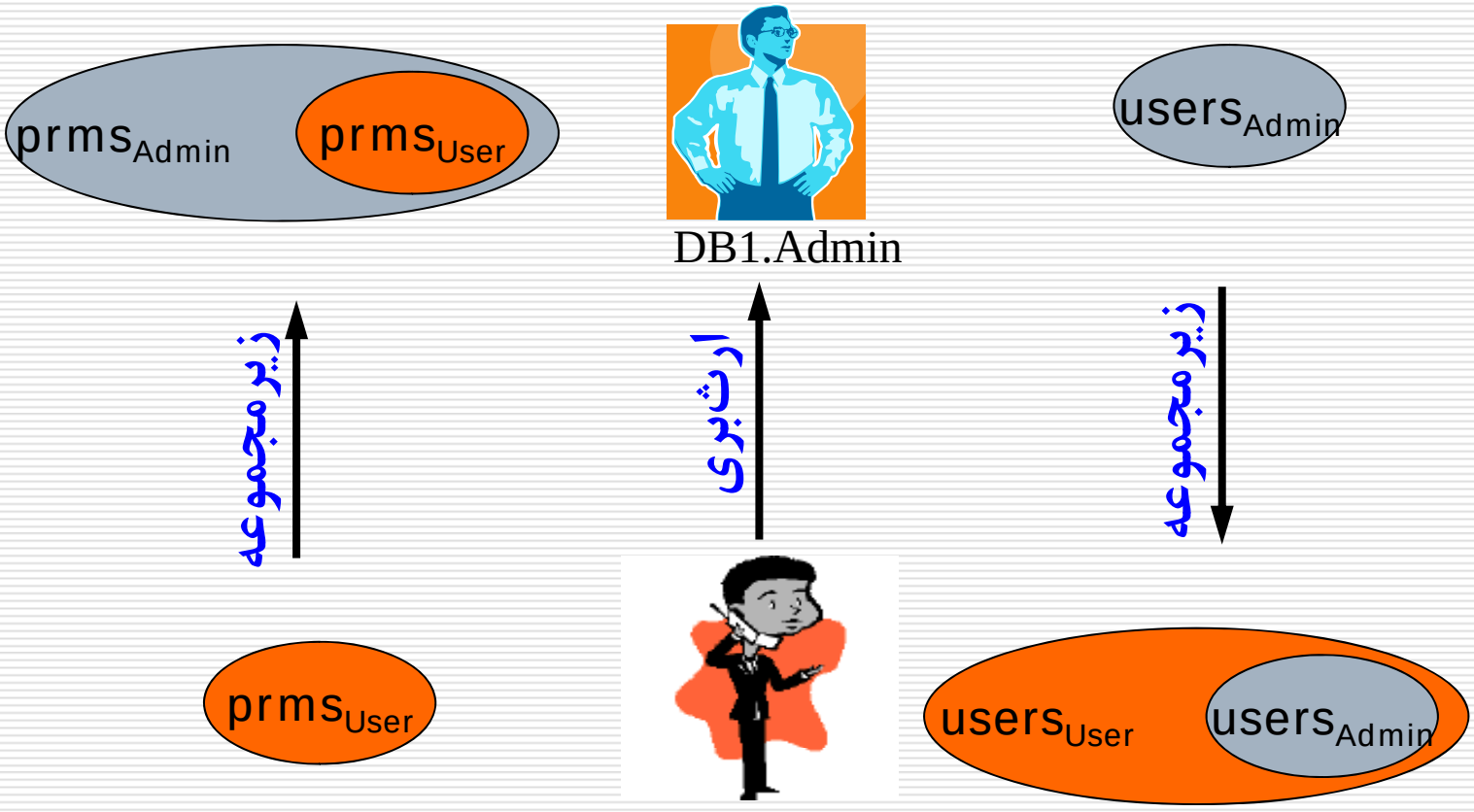
- رابطه نقش و زیرنقش (RH)
- ساختار سلسله مراتبی نقش‌ها می‌تواندبرگرفته از ساختار سازمانی باشد.
- در صورتیکه نقش r_1 فرزند نقش r_2 در سلسله مراتب باشد، همه مجوزهای آن را به ارث می‌برد.

r_1 به ارث می‌برد از r_2

Admin	Guest
r-w-x	-r-

مدل $RBAC_1$

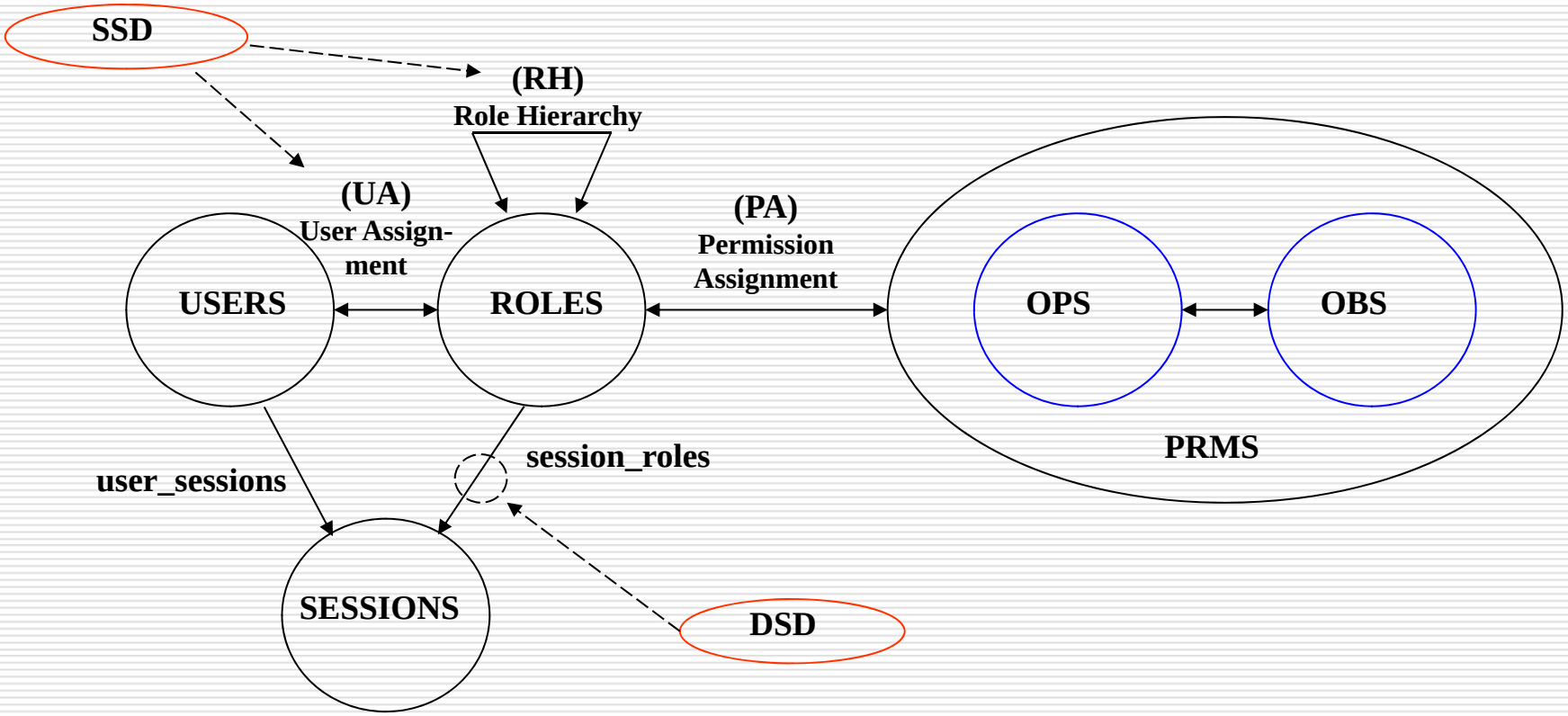
- رابطه کاربران و مجوزها در ارث‌بری نقش‌ها



مدل نقش–مبنا با محدویت $RBAC_2$

مدل نقش–مبنا با محدویت $RBAC_2$

- نمای کلی مدل $RBAC_2$



مدل $RBAC_2$

محدودیت تفکیک وظایف (SoD)

- برای جلوگیری از دستیابی کاربر به مجوزهای بیش از حد مجاز و انجام امور غیرمجاز
- دو نوع تفکیک وظایف:
  - تفکیک وظایف ایستا (SSoD)
  - تفکیک وظایف پویا (DSoD)

مدل $RBAC_2$

SSoD: اِعمال محدودیت در اختصاص نقش به کاربر در رابطه UA

- از یک مجموعه از نقش‌های متداخل، نمی‌توان n نقش و یا بیشتر را به یک کاربر اِعطا کرد.
- مثال: در یک بانک یک فرد نمی‌تواند هر دو نقش کارمند شعبه و بازرس را داشته باشد.
- دو نقش دو بدو ناسازگار: ممکن است یک کاربر مجاز به برخورداری از دو نقش در یک زمان نباشد.

مدل $RBAC_2$

DSoD: اِعمال محدودیت در فعال‌سازی نقش توسط کاربر در یک نشست

- از یک مجموعه از نقش‌های متداخل، نمی‌توان n نقش و یا بیشتر را در طی یک نشست فعال کرد.
- اِعمال این محدودیت نیاز به نگهداری سابقه نقش‌های فعال شده در طی یک نشست دارد.
- مثال: در یک بانک، کسی نمی‌تواند در فرآیند صدور یک چک، هم نقش صادرکننده و هم نقش تاییدکننده چک را داشته باشد.

مدل نقش–مبنای سلسله‌مراتبی با محدودیت $RBAC_3$

مدل نقش–مبنای سلسله‌مراتبی با محدودیت $RBAC_3$

- ترکیب دو مدل نقش-مبنای سلسله‌مراتبی $RBAC_1$ و نقش-مبنا با محدودیت $RBAC_2$

$$RBAC_3 = RBAC_1 + RBAC_2$$

- تاثیر متقابل سلسله مراتب نقش‌ها بر محدودیت‌های تفکیک وظایف

پایان

مرکز امنیت داده و شبکه شریف

http://dnsl.ce.sharif.edu

پست الکترونیکی

m_amini@ce.sharif.edu

شبکه آموزشی- پژوهشی مادسیج
با هدف بهبود پیشرفت علمی
و دسترسی راحت به اطلاعات
برای جامعه بزرگ علمی ایران
ایجاد شده است

madsg.com

مادسیج

IRan Education & Research NETwork
(IRERNET)