

طراحی پایگاه داده ها

دانشکده مهندسی کامپیوتر

مریم رضایی
بهار ۱۴۰۴



تمرین اول

تاریخ انتشار: ۲۰ اسفند ۱۴۰۳

۱. پرسش های خود درمورد این تمرین را در سامانه کوثر مطرح کنید.

۲. سیاست ارسال با تاخیر: شما در مجموع در طول نیم سال می توانید از ۹ روز تاخیر استفاده کنید. همچنین هر تمرین را می توانید تا حداکثر ۴ روز با تاخیر تحویل دهید. تاخیرها با مقیاس ساعت محاسبه شده و به بالا گرد می شوند.

۳. سیاست مشارکت دانشجویان در حل کردن تمرین: دانشجویان می توانند در حل تمرین برای رفع ابهام و یا به دست آوردن ایده های کلی با یکدیگر مشورت و همفکری کنند. این کار مورد تایید و تشویق تیم ارائه ی درس می باشد؛ چرا که هم فکری و کار گروهی می تواند موجب تقویت یادگیری شود. اما به دست آوردن جزئیات راه حل و نگارش پاسخ باید تماما توسط خود دانشجو انجام شود. حتما در انتهای پاسخ های ارسالی خود نام افرادی که با آنها همفکری کردید را ذکر کنید.

۴. این تمرین ۱.۵ نمره از ۶ نمره کل تمرین را شامل می شود

۵. برای رسم نمودار های ER خواسته شده باید از نمادگذاری چن یا *ChenNotation* استفاده کنید

۶. نمودار های ER دست نویس قابل قبول نیست. ترجیحا از یکی از ابزار های draw.io یا visual paradigm و یا creately استفاده کنید.

تاریخ تحویل: ۱۱ فروردین ۱۴۰۴

سوالات تئوری (۱۵۰ نمره)

پرسش ۱ (۹ نمره) درستی یا نادرستی هر یک از گزاره های زیر را با ذکر دلیل مشخص یا برای آن ها مثال نقض بزنید.

(آ) اگر رابطه S خالی باشد، آن گاه $R \div S$ منجر به یک رابطه خالی خواهد شد.

(ب) یک موجودیت که از لحاظ مفهومی وابسته به وجود موجودیتی دیگر است همیشه موجودیتی ضعیف است.

(ج) می توان از هر سه رابطه دو گانی^۱ یک رابطه سه گانی^۲ را نتیجه گرفت.

(د) در مدل ER اگر دو رابطه بین دو موجودیت یکسان وجود داشته باشد، می توان هر دو را در یک رابطه واحد در مدل رابطه ای نگاشت کرد.

(ه) تفاوت اصلی عملیات های Union و Join در جبر رابطه ای این بوده که در عملیات Join باید همه خصیصه ها یکسان باشند.

(و) عملیات جبر رابطه ای $\pi_E(\sigma_{D=1}(T \bowtie S))$ با عملیات $\pi_{B,E}(\sigma_{D=1}(T))$ برابر است.

(ز) بهترین راه پیاده سازی رابطه *ISA* در یک نمودار EER به یک مدل رابطه ای این است که، کلید اصلی موجودیت های فرزند را به عنوان کلید خارجی به موجودیت پدر اضافه کنیم.

پرسش ۲ (۶ نمره) یک سیستم مدیریت دانشگاه اطلاعات مربوط به دانشجویان، اساتید، دانشکده ها، دروس، ثبت نام ها و پروژه های تحقیقاتی را ذخیره می کند. جداول:

Students(StudentID, Name, Major, EnrollmentYear, GPA)
Professors(ProfessorID, Name, Rank, Department, TenureStatus, ResearchFunding)
Courses(CourseID, ProfessorID, Name, Credits, Department)
Enrollments(StudentID, CourseID, Semester, Grade)
ResearchProjects(ProjectID, Name, Funding, LeadProfessorID)
StudentAdvisors(AdvisorID, StudentID, StartDate)

عبارات جبر رابطه ای داده شده را بررسی کرده و توضیح دهید هر کدام چه خواسته ای را برآورد می کند:

(آ)

$\pi_{\text{Major Name.}}(\sigma_{\text{GPA} > 4 \wedge \text{EnrollmentYear} < 2018}(\text{Students}))$

(ب)

$(\sigma_{\text{Credits} > 4}(\text{Courses})) \bowtie \text{Professors.Department} = \text{Courses.Department} \pi_{\text{Rank Name.}}(\sigma_{\text{TenureStatus} = \text{No}}(\text{Professors}))$

۱. دوگانی : Binary
۲. سه گانی : Ternary

(ج)

$$\pi_{\text{Name ProfessorID}} \left(\sigma_{\text{ProfessorID} \in \pi_{\text{LeadProfessorID}} (\sigma_{\text{Funding} > 1000000} (\text{ResearchProjects}))} (\text{Professors}) \right)$$

(د)

$$\pi_{\text{Name StudentID}} \left(\sigma_{\text{StudentID} \notin \pi_{\text{StudentID}} (\text{Enrollments})} (\text{Students}) \right)$$

(ه)

$$\pi_{\text{Department Name}} \left(\sigma_{\text{ProfessorID} \in \pi_{\text{ProfessorID}} (\text{Courses} \bowtie_{\text{Enrollments}} \sigma_{\text{Grade} < 1.5} (\text{Enrollments}))} (\text{Professors}) \right)$$

(و)

$$\text{ResearchDepartment} = (\text{ResearchProjects} \bowtie_{\text{ResearchProjects.LeadProfessorID} = \text{Professors.ProfessorID}} \text{Professors})$$

$$\pi_{\text{Name StudentID}} \left(\sigma_{\text{StudentID} \in \pi_{\text{StudentID}} (\text{Enrollments} \bowtie_{\text{Courses}} \sigma_{\text{Department} \in \pi_{\text{Department}} (\sigma_{\text{Funding} > 500000} (\text{ResearchDepartment}))} (\text{Courses}))} (\text{Students}) \right)$$

پرسش ۳ (۱۰ نمره) در یک دانشگاه، دفتر ثبت نام وظیفه مدیریت اطلاعات مرتبط با دوره های آموزشی، دانشجویان و اساتید را بر عهده دارد. هر دوره دارای شماره یکتا، عنوان، تعداد واحد، سرفصل و پیش نیازهای مشخصی است. این دوره ها در هر نیمسال تحصیلی ارائه می شوند و هر ارائه شامل اطلاعاتی مانند سال، نیمسال، شماره بخش، اساتید مربوطه، زمان برگزاری و محل کلاس است. دانشجویان با شناسه منحصر به فرد خود در دانشگاه ثبت نام می شوند و در برنامه های آموزشی مختلفی مشغول به تحصیل هستند. آن ها می توانند در دوره های مختلف ثبت نام کنند و پس از گذراندن دوره، نمره ای دریافت نمایند. مدیریت این ثبت نام ها و تخصیص نمرات به دانشجویان از وظایف اصلی سیستم ثبت نام است. اساتید نیز دارای شناسه یکتا بوده و در یک دانشکده خاص فعالیت می کنند. آن ها مسئول تدریس دوره ها بوده و ممکن است در چندین دوره و نیمسال مختلف مشغول به تدریس باشند. علاوه بر این، ثبت نام دانشجویان در دوره ها و نمراتی که به آن ها اختصاص داده می شود باید به درستی مدل سازی شود. یک نمودار ER برای دفتر ثبت نام دانشگاه طراحی کنید. تمامی فرضیاتی که درباره محدودیت های نگاشت انجام می دهید را مستند کنید.

پرسش ۴ (۱۵ نمره) یک سیستم استخدام نیاز داریم تا فرآیند استخدام کارمندان برای دپارتمان های مختلف در بخش های متفاوت را مدیریت کند. از شما خواسته شده برای چنین سیستمی نمودار EER طراحی کنید.

- این سیستم شامل موجودیت های متعددی مانند افراد، کارفرماها و دپارتمان ها است که هر کدام آیدی و نام خود را دارند.
- افراد حتما تازه کار یا افراد با تجربه هستند. اگر فرد با تجربه بود سیستم باید تجربه نامزدها را بر اساس سال و ماه ردیابی کند و حقوق قبلی او را ثبت داشته باشد و اگر تازه کار بود حداقل حقوق مد نظر را داشته باشد.
- کارفرماهای خصوصی دارای حقوق ساعتی و نام و آیدی شرکتی که در آن کار می کنند هستند.
- کارفرمایان بخش دولتی دارای حقوق سالانه و وزارت تحت پوشش خود می باشند.
- مجموع کارفرمایان خصوصی و دولتی کارفرمایان را تشکیل میدهد و یک کارفرما هم می تواند کارفرمایی خصوصی و هم کارفرمایی دولتی باشد.
- فرآیند استخدام شامل برنامه ریزی مصاحبه ها و ارائه پیشنهادات شغلی است.
- سیستم باید جزئیات برنامه ریزی مصاحبه ها، از جمله نام شرکت و تاریخ را نیز ثبت کند.
- پیشنهاد شغلی باید درآمد پیشنهادی، جایگاهی که در آن استخدام می شوند و مدت زمان قرار داد را داشته باشد.

پرسش ۵ (۲۰ نمره) بانکی قصد دارد تا یک پایگاه داده طراحی کند و بدین ترتیب فعالیت بعضی از شعبه های خود را مدیریت کند.

- بانک دارای شعب مختلفی در سراسر کشور است. هر شعبه با یک کد شناسایی می شود و یک نام، آدرس (شامل خیابان، شماره و شهر) و شماره تلفن دارد. مشتریان بانک نیز دارای شماره تأمین اجتماعی، نام کامل (نام و نام خانوادگی)، تاریخ تولد، آدرس و ایمیل هستند. برای هر مشتری، بانک باید فهرست شعبه هایی که مشتری حداقل یک حساب بانکی در آنها دارد را ذخیره کند. هر مشتری در یک شعبه واحد، حداکثر یک حساب دارد، اما می تواند در شعب مختلف، حساب های متفاوت افتتاح کند.
- بانک دارای مدیران محلی است. هر مدیر محلی با یک کد عددی شناسایی می شود و ویژگی هایی همچون نام، ایمیل، شماره تلفن و شماره همراه (در صورت وجود) دارد. همچنین، عنوان بالاترین مدرک تحصیلی و تاریخ دریافت آن برای هر مدیر محلی نیز باید ثبت شود.
- هر شعبه، هر چند وقت یکبار جلساتی برگزار می کند. هر جلسه با یک کد شناسایی شده و با شعبه برگزارکننده، تاریخ و زمان جلسه، و فهرست موضوعات مطرح شده توصیف می شود. برای هر جلسه، لیست مدیران محلی حاضر در آن ثبت می گردد. جلسات به دو دسته عادی و فوق العاده تقسیم می شوند. برای جلسات عادی، دلیل برگزاری و برای جلسات فوق العاده، سطح اهمیت آن ذخیره می شود. در پایان هر جلسه، یک گزارش تهیه می شود که با یک کد شناسایی می شود و مربوط به یک جلسه خاص است. هر گزارش توضیحات مختصری از روند اجرای جلسه و مدت زمان آن را نیز ثبت می کند.
- هر شعبه طرح های پس انداز متنوعی را پشتیبانی می کند. هر طرح پس انداز با یک کد شناسایی می شود که در بین تمام طرح های مربوط به همان شعبه منحصر به فرد است. این طرح ها باید مشتری متقاضی خود را به نحوی مشخص کنند و همچنین توضیحات مختصری در مورد طرح ذخیره کنند. هر طرح با مجموعه ای از سپرده ها مرتبط است. هر سپرده با یک کد (منحصر به فرد در طرح مربوطه) مشخص می شود و ویژگی هایی همچون موعد پرداخت و مبلغ پرداخت را مشخص می کند.
- مشتریان می توانند سهام بخرند یا بفروشند. هر سهم با یک کد عددی یکتا شناسایی شده و با نوع و نام شرکت صادرکننده سهم توصیف می شود. برای هر تراکنش ساعت، تاریخ، نوع (خرید/فروش)، قیمت واحد و تعداد ثبت می شود. هر مشتری می تواند در یک روز، چندین تراکنش (برای سهام یکسان یا متفاوت) انجام دهد و هر سهم نیز می تواند توسط هر مشتری خریداری یا فروخته شود. برای هر شعبه، لیست مدیران محلی آن در طول زمان (به همراه تاریخ شروع و پایان مسئولیت) ذخیره می شود. توجه کنید که یک شعبه نمی تواند در یک بازه زمانی مشخص بیش از یک مدیر منطقه ای داشته باشد، اما هر مدیر منطقه ای می تواند همزمان چندین شعبه را مدیریت کند.

- نظافت شعب در روزهای خاصی از هفته انجام می‌شود. برای هر شعبه، روزهای هفته که در آن نظافت انجام می‌شود به همراه بازه زمانی نظافت (ساعت شروع و پایان) در پایگاه داده ثبت می‌گردد.

(آ) با توجه به اطلاعات بالا، یک نمودار EER برای این پایگاه داده طراحی کنید.

- (ب) سپس یک شمای منطقی برای آن ارائه دهید: بدین صورت که موجودیت‌هایی که در نظر گرفتید را در قالب جدول مشخص کنید (همراه با کلید اصلی و سایر ویژگی‌ها)، همچنین اگر یک ویژگی به جدول دیگری رفرنس دارد (کلید خارجی)، آن را نیز مشخص کنید.

پرسش ۶ (۲۰ نمره)

یک بیمارستان شامل تعدادی کلینیک تخصصی (مانند زایمان، کودکان، قلب و غیره) است. هر کلینیک دارای تعدادی پزشک است که در آن فعالیت می‌کنند. پزشکان متخصص در شاخه‌ای از پزشکی هستند و تنها می‌توانند با یک کلینیک در بیمارستان مرتبط باشند. هر کلینیک میزبان تعدادی بیمار است. هنگام پذیرش، اطلاعات شخصی هر بیمار ثبت می‌شود. همچنین، نیاز است اطلاعات مربوط به آزمایش‌های پزشکی که بیمار پس از توصیه متخصص انجام داده است ذخیره شود. هر بیمار ممکن است چندین آزمایش انجام دهد. علاوه بر این، اطلاعات زیر نیز باید ذخیره شود:

- برای هر کلینیک، نامی که آن را به صورت یکتا مشخص کند و تعداد کل اتاق‌های کلینیک وجود دارد. یک کلینیک می‌تواند بیش از یک پزشک داشته باشد، بیش از یک بیمار را پذیرش کند و توسط دقیقاً یک پزشک مدیریت شود.
- برای هر پزشک، شناسه مجوزی که به طور یکتا وی را شناسایی کند، نام و نام خانوادگی، شماره تلفن، دفتر کار و تخصص. هر پزشک تنها در یک کلینیک فعالیت دارد. همچنین، تاریخ شروع کار پزشک در کلینیک ذخیره شود.
- برای هر بیمار، شماره بیمه اجتماعی که او را به صورت یکتا شناسایی کند، نام و نام خانوادگی و جنسیت. هر بیمار ممکن است چندین آزمایش پزشکی انجام دهد و هر آزمایش ممکن است توسط چندین بیمار انجام شود. برای هر بیمار بستری در یک کلینیک، تاریخ ورود و تاریخ ترخیص نیز ثبت شود.
- برای هر آزمایش پزشکی، کدی که آن را به صورت یکتا مشخص کند، توضیح، هزینه و نتیجه آزمایش برای هر بیمار. نتیجه آزمایش می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

(آ) مدل ER برای این بیمارستان را طراحی کنید.

- (ب) مدل ER خود را از سؤال بالا به یک مدل منطقی (Logical Design) تبدیل کنید. برای هر رابطه در مدل خود، نام رابطه، ویژگی‌ها و کلیدهای اصلی را مشخص کنید.

پرسش ۷ (۱۰ نمره)

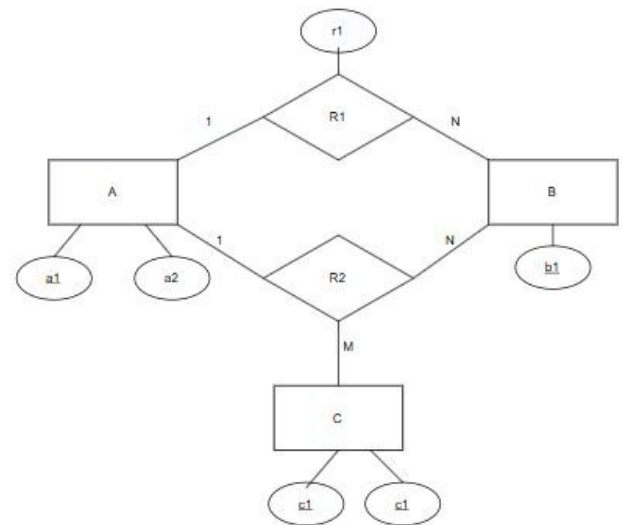
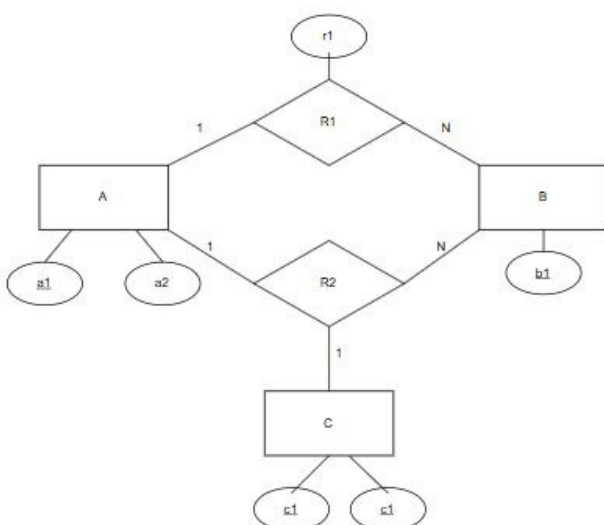
(آ) فرض کنید یک نوع موجودیت Person وجود دارد. هر شخص یک آدرس خانه دارد. بیش از یک نفر می‌تواند در یک آدرس خانه زندگی کند.

- i. دو نمودار ER مختلف برای نمایش Persons و آدرس‌های آن‌ها ایجاد کنید، یکی با Address به عنوان یک ویژگی و دیگری با Address به عنوان یک موجودیت.

ii. چرا یکی را به جای دیگری انتخاب می‌کنیم؟

- iii. فرض کنید که یک نوع موجودیت ElectricCompany داریم. فقط یکی از این شرکت‌ها به هر آدرس خانه برق می‌دهد. این اطلاعات را به هر نمودار ER اضافه کنید.

(ب) با توجه به نمودارهای ER زیر، رابطه‌های متناظر با آن را بیان و مقایسه کنید.



پرسش ۸ (۲۰ نمره) شمای زیر مربوط به یک شرکت هواپیمایی است که اطلاعات پروازها، هواپیماها و خلبان‌های شرکت را نگه داری می‌کند.

Flight(fno, from, to, distance, departs, arrives)

Aircraft(aid, aname, crusingRange)

- جدول *Flight* اطلاعات پروازهای هفتگی را از شهر مبدأ به شهر مقصد (در یک زمان تعیین شده) توصیف می‌کند. توجه کنید که این طرح، هواپیمای خاصی را که پرواز را انجام می‌دهد و مدل آن را ذخیره نمی‌کند.
- جدول *Aircraft* هواپیماها را توصیف می‌کند. فیلد *name* شامل مقادیری مانند "*Boeing747*" یا "*Africa2000*" است.
- جدول *Certified* نشان می‌دهد کدام خلبانان (که کارمند هستند) مجوز پرواز با کدام هواپیماها را دارند.
- جدول *Employees* اطلاعات تمام کارمندان شرکت، از جمله خلبانان، شامل تاریخ استخدام، نام و حقوق آن‌ها را ذخیره می‌کند.

خواسته‌های زیر را با استفاده از جبر رابطه‌ای به دست آورید.

- (آ) شناسه‌های خلبانانی که مجوز پرواز با هواپیمای *Boeing747* را دارند.
- (ب) نام خلبانانی که مجوز پرواز با هواپیمای *Boeing747* را دارند.
- (ج) شناسه‌های تمام هواپیماهایی که می‌توانند برای پروازهای بدون توقف از نیویورک به لس‌آنجلس استفاده شوند.
- (د) نام خلبانانی که می‌توانند هواپیماهای با محدوده پرواز بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر را هدایت کنند، اما مجوز پرواز با *Boeing747* را ندارند.
- (ه) مجموع مبلغ پرداختی به کارمندان به عنوان حقوق.
- (و) شناسه کارمندانی که بیشترین حقوق را دریافت می‌کنند.
- (ز) یافتن شناسه‌های کارمندانی که دومین بیشترین مقدار حقوق را دریافت می‌کنند.
- (ح) بررسی وجود مسیر هوایی بدون توقف یا با یک توقف از سیدنی به نیویورک.
- (ط) نام و حقوق کارمندانی که مجوز پرواز با بیشترین هواپیماها را دارند.
- (ی) شناسه کارمندانی که دقیقاً مجوز پرواز با ۳ هواپیما را دارند.

پرسش ۹ (۱۵ نمره)

- (آ) روابط زیر مربوط به پایگاه داده یک بازی آنلاین است. این پایگاه اطلاعات مربوط به بازیکنان، جدول امتیازات هر سال، پیام‌های رد و بدل شده بین بازیکنان و جلسات بازی آن‌ها را نگه داری می‌کند

Player(PID, Username, Email, RegisterDate, Level)
Leaderboard(LID, PID, Score, Rank, Year)
Interaction(IID, SenderID, ReceiverID, Message, Timestamp)
Session(SID, PID, Length, StartDate, EndDate)

با توجه به روابط زیر با استفاده از TRC پاسخ دهید

- آیدی بازیکنانی که level آن‌ها از ۱۰۰ بیشتر است و همه جلسات بازی آن‌ها در یک روز تمام شده است.
- آیدی تمام بازیکنانی که حداقل از سال ۲۰۱۹ بازی می‌کنند و طول یک جلسه بازی آن‌ها بیش از ۶ ساعت بوده و یا یک بار در جدول امتیازات بین ۳۰۰۰ تا ۵۰۰۰ امتیاز کسب کرده‌اند.
- نام و ایمیل بازیکنانی که یک جلسه بازی آن‌ها بیش از یک روز طول کشیده و یا تمام بازیکنانی که در سال ۲۰۲۲ جزو ۱۰۰ نفر اول جدول بوده‌اند به آن‌ها پیام داده و یا خودشان در این سال با حداقل ۵۰۰۰ امتیاز جزو ۱۰۰ نفر اول بوده‌اند.
- (ب) روابط زیر مربوط به پایگاه داده لیگ‌های فوتبال اروپا است:

Players(PID, TID, PlayerName, Position, Age)
Leagues(LID, LeagueName, Country, Year)
Teams(TID, LID, TeamName)
Matches(MID, LID, HomeTeamID, AwayTeamID, HomeTeamGoals, AwayTeamGoals)

با توجه به روابط بالا خواسته‌های زیر را با حساب رابطه‌ای پیدا کنید (می‌توانید از notation دلخواه استفاده کنید).

- آیدی تمام بازی‌هایی که تیم برنده با اختلاف حداقل ۳ گل برنده بازی شده است.
- نام و سن تمام بازیکنانی که در جایگاه دروازه بان در لیگ برتر انگلیس بازی کرده‌اند.
- نام تمام تیم‌هایی که در آلمان در سال ۲۰۲۳ به عنوان تیم مهمان بازی خود را برنده شده‌اند.
- نام تمام تیم‌هایی که همه بازیکنان آن‌ها بین ۲۰ تا ۳۵ سال سن دارند و حداقل یک بازی خانگی را در سری آ ایتالیا در سال ۲۰۲۲ یا ۲۰۲۳ را برنده شده‌اند.

- پرسش ۱۰ (۲۵ نمره) شما به عنوان طراح پایگاه داده برای یک فروشگاه آنلاین کتاب استخدام شده‌اید که به کاربران اجازه می‌دهد کتاب‌ها را جستجو، خریداری و بررسی کنند. این پلتفرم از فروشندگانی که کتاب‌ها را برای فروش قرار می‌دهند نیز پشتیبانی می‌کند.

نیازمندی‌ها:

- سیستم باید اطلاعات کاربران شامل Name، Email، PhoneNumber و ShippingAddress را ذخیره کند.

- کاربران می‌توانند به عنوان مشتری یا فروشنده ثبت‌نام کنند. فروشنده نوع خاصی از کاربر است که می‌تواند کتاب‌ها را برای فروش قرار دهد.
- هر کتاب دارای مشخصاتی مانند Title, Authors, ISBN, Genre, Price, StockQuantity و PublicationYear است.
- کاربران می‌توانند برای کتاب‌ها نقد و بررسی ثبت کنند. بررسی‌ها شامل Rating (1 to 5 stars), ReviewText و ReviewDate هستند. کاربران می‌توانند به نظرات دیگران رأی مثبت یا منفی دهند.
- کاربران می‌توانند سفارش‌هایی شامل چندین کتاب ثبت کنند. هر سفارش دارای OrderDate, Status (Processing, Shipped, Delivered, Canceled) و TotalAmount است.
- سیستم باید پرداخت‌های انجام‌شده را با اطلاعات PaymentMethod و PaymentDate ثبت کند.
- مشتریان می‌توانند لیست علاقه‌مندی‌های خود را ایجاد کرده و کتاب‌هایی را به آن اضافه کنند. لیست‌های علاقه‌مندی می‌توانند خصوصی یا عمومی باشند.
- سیستم باید بر اساس خریدهای قبلی کاربران، کتاب‌هایی را به آن‌ها پیشنهاد دهد.

خواسته‌ها:

- یک نمودار ER برای این سیستم طراحی کنید.
- نمودار ER را به یک مدل رابطه‌ای تبدیل کنید (شامل روابط و جداول).
- عبارات زیر را با جبر رابطه‌ای بنویسید:
 - یافتن تمام کتاب‌هایی که توسط یک نویسنده مشخص نوشته شده‌اند.
 - بازیابی تمام سفارش‌های ثبت‌شده توسط یک کاربر خاص.
 - یافتن کتاب‌هایی که بالاترین امتیاز را در یک ژانر خاص دارند.
 - یافتن کاربرانی که کتاب خریده‌اند اما هیچ بررسی‌ای ثبت نکرده‌اند.
 - بازیابی کتاب‌هایی که در لیست علاقه‌مندی یک کاربر هستند اما هنوز خریداری نشده‌اند.

تاریخ تحویل: ۱۱ فروردین ۱۴۰۴

پاسخ تئوری (۱۵۰ نمره)

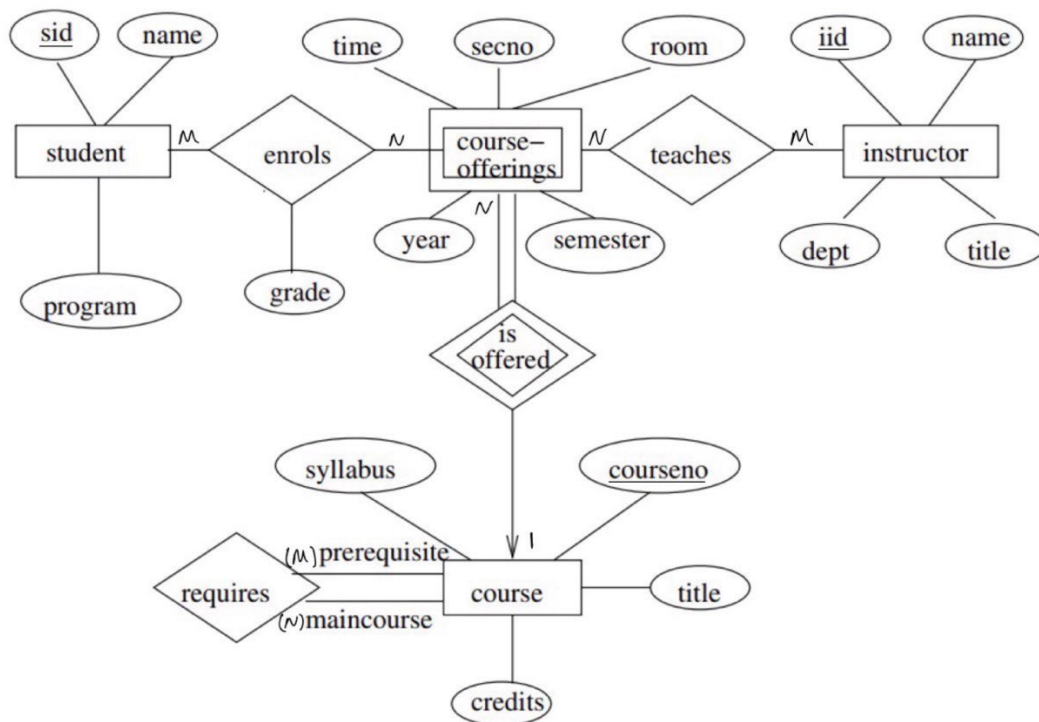
پاسخ ۱ (۹ نمره)

- نادرست: زمانی که یک رابطه R را بر یک رابطه خالی S تقسیم می‌کنیم، نتیجه یک رابطه خالی نیست بلکه کل رابطه R است. این به این دلیل است که به طور مفهومی هر تاپلی از R که در نظر گرفته می‌شود به همه تاپل‌های S مرتبط است و هیچ تاپلی در S وجود ندارد که این موضوع را رد کند بنابراین پاسخ خود R است.
- نادرست: با توجه به سلیقه طراح پایگاه و نیازمندی‌های ممکن می‌توان موجودیت‌هایی که مفهوماً وابسته هستند را موجودیت عادی در نظر گرفت.
- نادرست: می‌دانیم که همواره می‌توان یک رابطه سه گانی را به ۳ رابطه دو گانی تبدیل کرد اما برعکس آن همیشه برقرار نیست.
- نادرست: هر رابطه باید به صورت جداگانه نگاشت شود، مگر اینکه کاملاً هم معنا باشند.
- نادرست: در عملیات Union باید همه خصیصه‌های دو رابطه یکسان باشند.
- نادرست: این دو عملیات خروجی یکسانی ندارند و می‌توان با مثال نقض آن را فهمید.
- نادرست: یکی از راه‌های پیاده‌سازی رابطه کلی اختصاصی در پایگاه داده رابطه‌ای آن است که موجودیت فرادست پیاده‌سازی نشود بلکه فقط موجودیت‌های فرودست پیاده‌سازی شوند و کلیه خصوصیت‌های مشترک در آن‌ها تکرار شوند. در واقع در این رویکرد از کلیه مزیت‌های وراثت در مرحله پیاده‌سازی چشم‌پوشی می‌شود. بهترین راه حل برای پیاده‌سازی رابطه کلی اختصاصی به این صورت است که به ازای هر یک از موجودیت‌های فرادست و فرودست یک جدول در پایگاه داده تعریف شود سپس کلید اصلی موجودیت فرادست یا موجودیت پدر در موجودیت‌های فرودست یا موجودیت‌های فرزند به عنوان کلید خارجی تعریف شود. رابطه A-IS از نوع منفصل و کامل: در مراجع رابطه A-IS به دو صورت قابل نمایش است Disjoint و Overlap در حالت اول (منفصل) ام؟ ان همپوشان؟ نمونه‌های موجودیت‌های فرزند وجود ندارد در حالی؟ ه در حالت دوم (کامل) ام؟ ان همپوشان؟ نمونه‌های موجودیت‌های فرزند وجود دارد بر این اساس و برای پشتیبان؟ حالت اول Disjoint (مناسب ترین راه شبیه سازی تکرار کلیه خصیصه‌های موجودیت والد در تمام موجودیت‌های فرزند است.

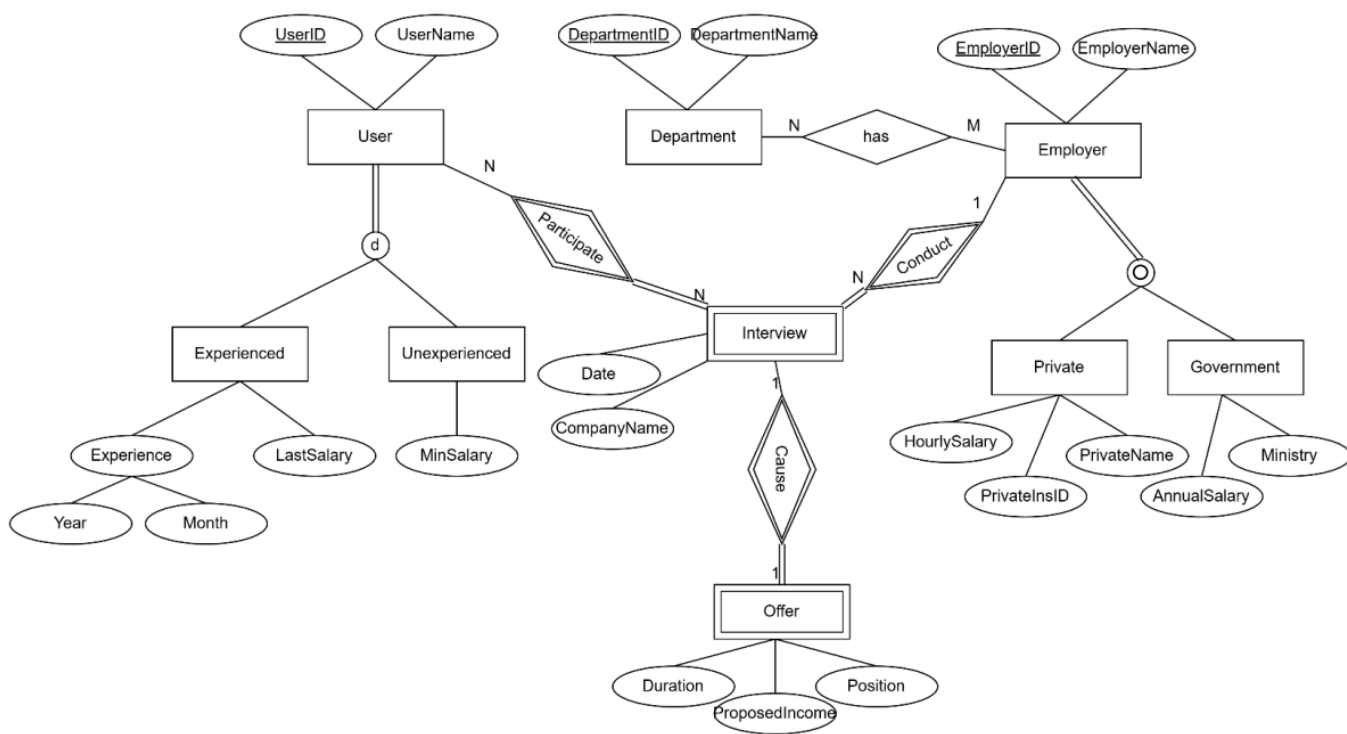
پاسخ ۲ (۶ نمره)

- دانشجویانی که معدل آن‌ها بیش از ۳.۸ است و قبل از سال ۲۰۱۸ ثبت‌نام کرده‌اند.
- نام و رتبه اساتیدی که هنوز رسمی نشده‌اند و دروسی را تدریس می‌کنند که بیشتر از ۴ واحد درسی دارند.
- یافتن نام و شماره اساتیدی که پروژه‌ی تحقیقاتی با بودجه‌ی بیش از ۲۰۰۰۰۰۰ دلار را رهبری می‌کنند.
- دانشجویانی که در هیچ درسی ثبت‌نام نکرده‌اند.
- اساتیدی که حداقل یک درسی را تدریس کرده‌اند که در آن دانشجویی نمره‌ی کمتر از ۲.۵ گرفته است.
- یافتن دانشجویانی که در حداقل یک درس شرکت کرده‌اند که استاد آن بیش از ۲۰۰۰۰۰۰ دلار بودجه‌ی تحقیقاتی دریافت کرده است.

پاسخ ۳ (۱۰ نمره)

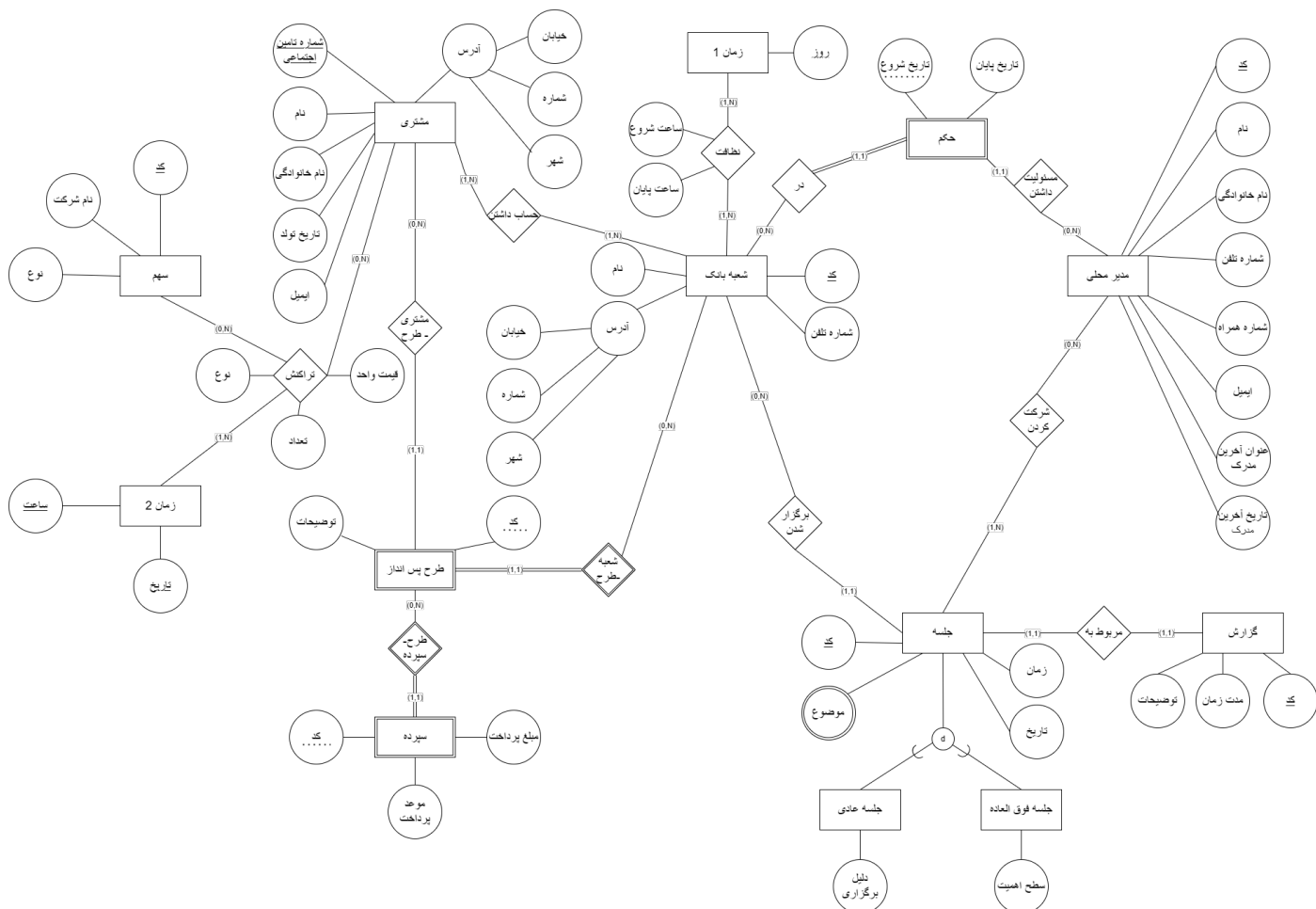


پاسخ ۴ (۱۵ نمره)



پاسخ ۵ (۲۰ نمره)

(آ) نمودار EER ممکن:

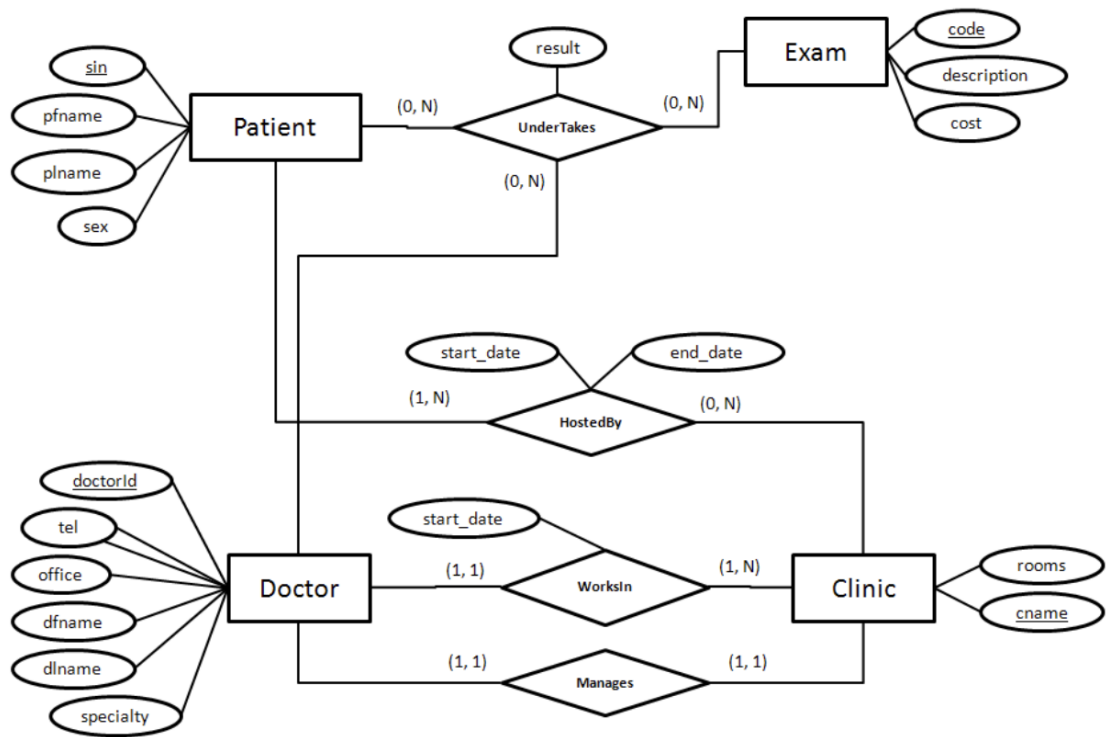


(ب) شمای منطقی با توجه به EER کشیده شده:

Logical schema (list of tables)
SHARE(<u>Code</u> , CompanyName, Type)
TIME2(<u>Date</u> , <u>Hour</u>)
CUSTOMER(<u>TaxID</u> , Name, Surname, BirthDate, Email, Street_Address, City_Address, Number_Address)
BRANCH(<u>Code</u> , Name, TelephoneNumber, Number_Address, Street_Address, City_Address)
TIME1(<u>Day</u>)
MANDATE(<u>BRANCH Code</u> , <u>StartDate</u> , <u>EndDate*</u> , AREA_MANAGER_Code)
AREA_MANAGER(<u>Code</u> , HighestDegree, DegreeDate, Name, Surname, MobilePhoneNumber*, TelephoneNumber, Email)
MEETING(<u>Code</u> , Priority*, Motivation*, Type, REPORT_Code, BRANCH_Code)
TOPICS(<u>Topics</u> , MEETING_Code)
REPORT(<u>Code</u> , Description, Duration)
SAVING_PLAN(<u>BRANCH Code</u> , <u>Code</u> , Description, CUSTOMER_TaxID)
DEPOSIT(<u>SAVING PLAN BRANCH Code</u> , <u>SAVING PLAN Code</u> , <u>Code</u> , DueDate, Amount)
ATTEND_TO(<u>AREA MANAGER Code</u> , <u>MEETING Code</u>)
CLEANING(<u>BRANCH Code</u> , <u>TIME1 Day</u> , StartHour, EndHour)
HAS_ACCOUNT(<u>CUSTOMER TaxID</u> , <u>BRANCH Code</u>)
TRANSACTION(<u>SHARE Code</u> , <u>TIME2 Date</u> , <u>TIME2 Hour</u> , <u>CUSTOMER TaxID</u> , Type, Price, Quantity)

پاسخ ۶ (۲۰ نمره)

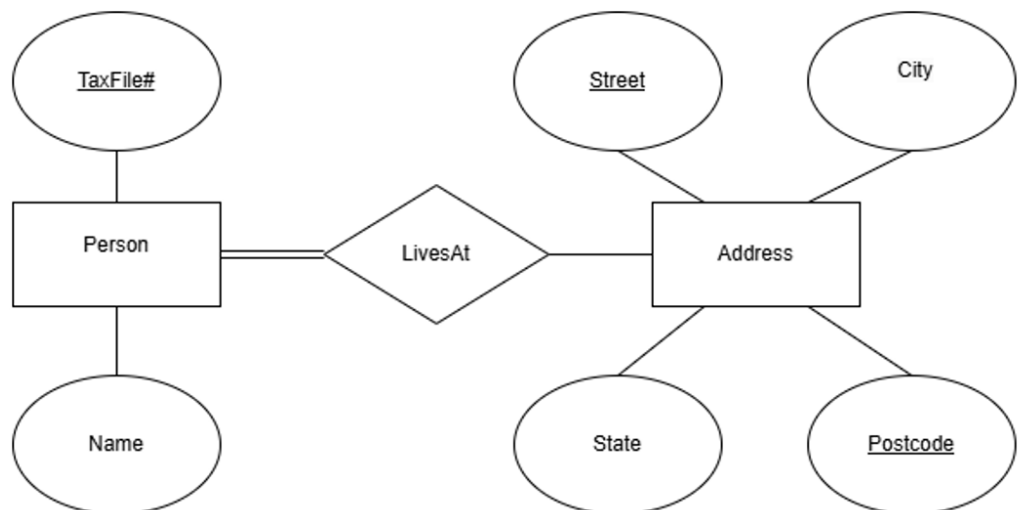
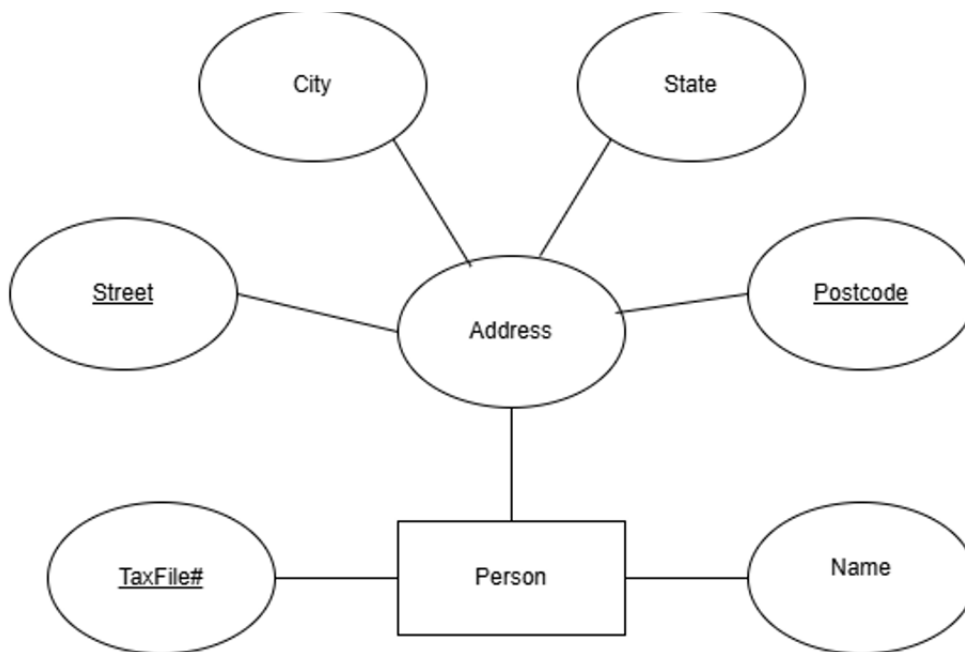
(آ) ER بیمارستان به شکل زیر است.



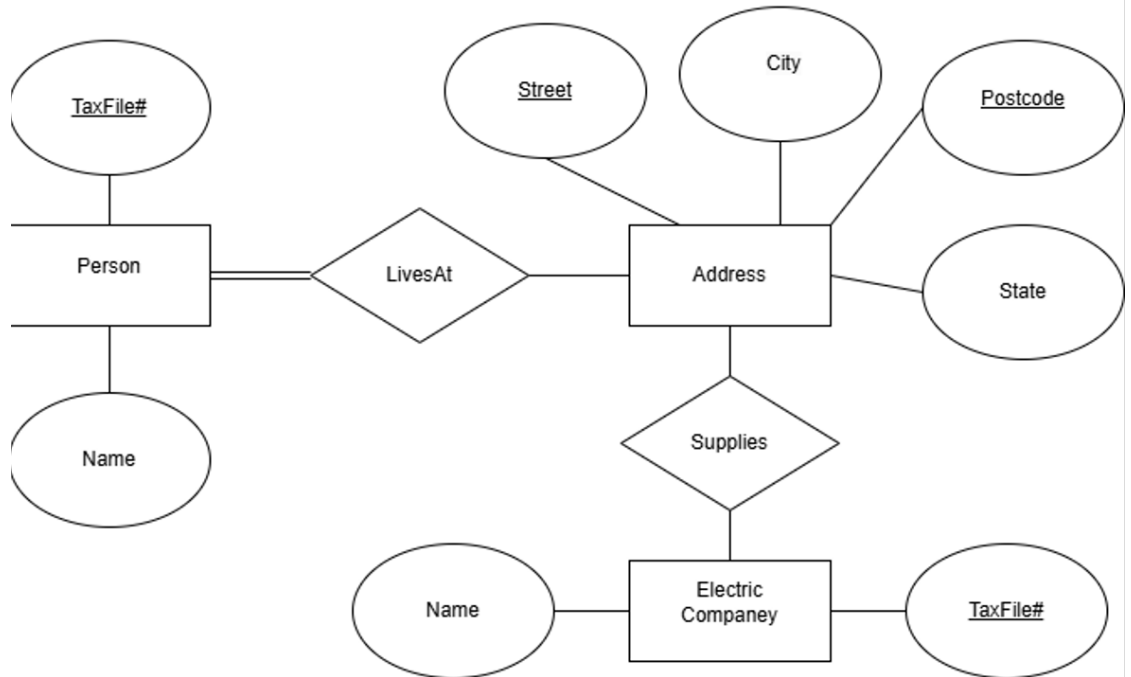
Doctors (doctor_id, dfname, dlname, office, speciality, start_date, tel_num, works_cname, manages_cname) (ب)
 Patient (insurance_id, pfname, plname, gender)
 Exam (code, description, cost)
 Clinic (cname, rooms, doctor_id)
 Undertaks (insurance_id, code, doctor_id, result)
 HostedBy (insurance_id, cname, start_date, end_date)

پاسخ ۷ (۱۰ نمره)

(آ) i. نمودار های ER به شکل زیر هستند:



- ii. در صورت در نظر گرفتن address به عنوان ویژگی به هر فرد دقیقاً یک address تخصیص داده میشود و از آنجایی که افراد میتوانند آدرس مشترک داشته باشند، پس بهتر است از address را به عنوان موجودیت در نظر بگیریم.
- iii. پس از اضافه کردن:



- ب) i. A(a1, a2), B(b1, a1, r1, c1, a1), C(c1, c2)
 ii. A(a1, a2), B1(b1, a1, r1, c1), C(c1, c2), R2(a1, c1, b1)
 در قسمت ب از آنجا که این رابطه ۳ تایی ۱ به N است پس نیاز به یک جدول برای R۲ هستیم و کلیدهای خارجی ۱a، ۱b، ۱c در آن ولی از آنجا که در الف این رابطه ۳ تایی ۱ به ۱ است پس میتوان با داشتن کلید خارجی ۱a، ۱c در جدول C مدلسازی را انجام داد.
 پاسخ ۸ (۲۰ نمره)

(آ) شناسه‌های خلبانانی که مجوز پرواز با هواپیمای Boeing۷۴۷ را دارند.

$$\text{Answer} = \pi_{\text{employee}} (\sigma_{\text{aname}='Boeing 747'} (\text{Aircraft} \bowtie_{\text{certified.aircraft} = \text{aircraft.aid}} \text{Certified}))$$

(ب) نام خلبانانی که مجوز پرواز با هواپیمای Boeing۷۴۷ را دارند.

$$\text{Answer} = \pi_{\text{ename}} (\sigma_{\text{aname}='Boeing 747'} ((\text{Aircraft} \bowtie_{\text{certified.aircraft} = \text{aircraft.aid}} \text{Certified}) \bowtie_{\text{employee} = \text{eid}} \text{Employees}))$$

(ج) شناسه‌های تمام هواپیماهایی که می‌توانند برای پروازهای بدون توقف از نیویورک به لس‌آنجلس استفاده شوند.

$$\text{Answer} = \pi_{\text{aid}} (\text{Aircraft} \bowtie_{\text{cruisingRange} > \text{distance}} \sigma_{\text{from}='New York' \text{ AND } \text{to}='Los Angeles'} (\text{Flights}))$$

(د) نام خلبانانی که می‌توانند هواپیماهای با محدوده پرواز بیش از ۳۰۰۰ مایل را هدایت کنند، اما مجوز پرواز با Boeing۷۴۷ را ندارند.

$$\text{LongRangeAircraftCert} = \rho_{\text{pid}} (\pi_{\text{employee}} (\sigma_{\text{cruisingRange} > 3000} (\text{Aircraft} \bowtie_{\text{certified.aircraft} = \text{aircraft.aid}} \text{Certified})))$$

$$\text{Boeing747Cert} = \rho_{\text{pid}} (\pi_{\text{employee}} (\sigma_{\text{aname}='Boeing 747'} (\text{Aircraft} \bowtie_{\text{certified.aircraft} = \text{aircraft.aid}} \text{Certified})))$$

$$\text{Answer} = \pi_{\text{ename}} (\text{Employees} * (\text{LongRangeAircraftCert} - \text{Boeing747Cert}))$$

(ه) مجموع مبلغ پرداختی به کارمندان به عنوان حقوق.

$$\text{Answer} = F_{\text{SUMSalary}} (\text{Employees})$$

(و) شناسه کارمندانی که بیشترین حقوق را دریافت می‌کنند.

کارمندانی را که بالاترین حقوق را ندارند (با استفاده از join) پیدا کرده و سپس آنها را از مجموعه همه کارمندان کم می‌کنیم، و در نتیجه فقط کارمندان با بالاترین حقوق باقی می‌مانند.

$$E_1 = \text{Employees}$$

$$E_2 = \text{Employees}$$

$$\text{Employeesids} = \pi_{\text{eid}} (\text{Employees})$$

$$\text{LowerPaidEmployees} = \pi_{E_2.\text{eid}} (E_1 \bowtie_{E_1.\text{salary} > E_2.\text{salary}} E_2)$$

$$\text{Answer} = \text{Employeesids} - \text{LowerPaidEmployees}$$

(ز) یافتن شناسه‌های کارمندانی که دومین بیشترین حقوق را دریافت می‌کنند.

مثل بخش قبلی، ابتدا پردرآمدترین کارکنان را شناسایی می‌کنیم. سپس، اسامی آن‌ها را از فهرست کلی کارکنان حذف می‌کنیم. بعد پردرآمدترین افراد در این مجموعه جدید تعیین می‌شوند که درواقع همان کارمندانی هستند که دومین بیشترین حقوق را دریافت می‌کنند.

$$E_1 = \text{Employees}$$

$$E_2 = \text{Employees}$$

$$\text{HighestPaid} = \pi_{\text{eid}} (\text{Employees}) - \pi_{E_2.\text{eid}} (E_1 \bowtie_{E_1.\text{salary} > E_2.\text{salary}} E_2)$$

$$\text{NotHighestPaid} = \pi_{\text{eid}} (\text{Employees}) - \text{HighestPaid}$$

$$E_3 = \text{NotHighestPaid}$$

$$E_4 = \text{NotHighestPaid}$$

$$\text{SecondHighestPaid} = \text{NotHighestPaid} - \pi_{E_4.\text{eid}} (E_3 \bowtie_{E_3.\text{salary} > E_4.\text{salary}} E_4)$$

(ح) بررسی وجود مسیر هوایی بدون توقف یا با یک توقف از سیدنی به نیویورک.

ابتدا، کلیه پروازهای مستقیم از سیدنی به نیویورک را پیدا می‌کنیم. سپس، تمامی پروازهای با یک توقف از سیدنی به نیویورک نیز تعیین می‌گردند. در نهایت، اجتماع این دو مجموعه همان خواسته سوال است.

$F_1 = F_2 = \text{Flights}$
 $\text{SydToNYNonStop} = \pi_{\text{flno}}(\sigma_{\text{from}='Sydney' \text{ AND } \text{to}='New York'}(\text{Flights}))$
 $\text{SydToNYSingleStop} = \pi_{\text{flno}}(\sigma_{F_1.\text{from}='Sydney' \text{ AND } F_2.\text{to}='New York'}(F_1 \bowtie_{F_1.\text{to}=F_2.\text{from}} F_2))$
 $\text{Answer} = \text{SydToNYNonStop} \cup \text{SydToNYSingleStop}$

(ط) نام و حقوق کارمندانی که مجوز پرواز با بیشترین هواپیما ها را دارند.

$R_1 = \text{employee} \mathcal{F}_{\text{employee}, \text{COUNT}^*}(\text{Certified})$
 $R_2 = \rho_{(\text{eid}, \text{ncertified})}(R_1)$
 $R_3 = \mathcal{F}_{\text{MAX ncertified as maxc}}(R_2)$
 $R_4 = R_2 \bowtie_{R_2.\text{ncertified} = R_3.\text{maxc}} R_3$
 $\text{Answer} = \pi_{\text{ename}, \text{salary}}(R_4 * \text{Employees})$

(ی) شناسه کارمندانی که دقیقاً مجوز پرواز با سه هواپیما را دارند.

$R_1 = \text{employee} \mathcal{F}_{\text{employee}, \text{COUNT}^*}(\text{Certified})$
 $R_2 = \rho_{(\text{employee}, \text{ncertified})}(R_1)$
 $\text{Answer} = \pi_{\text{employee}}(\sigma_{\text{ncertified}=3}(R_2))$

پاسخ ۹ (۱۵ نمره)

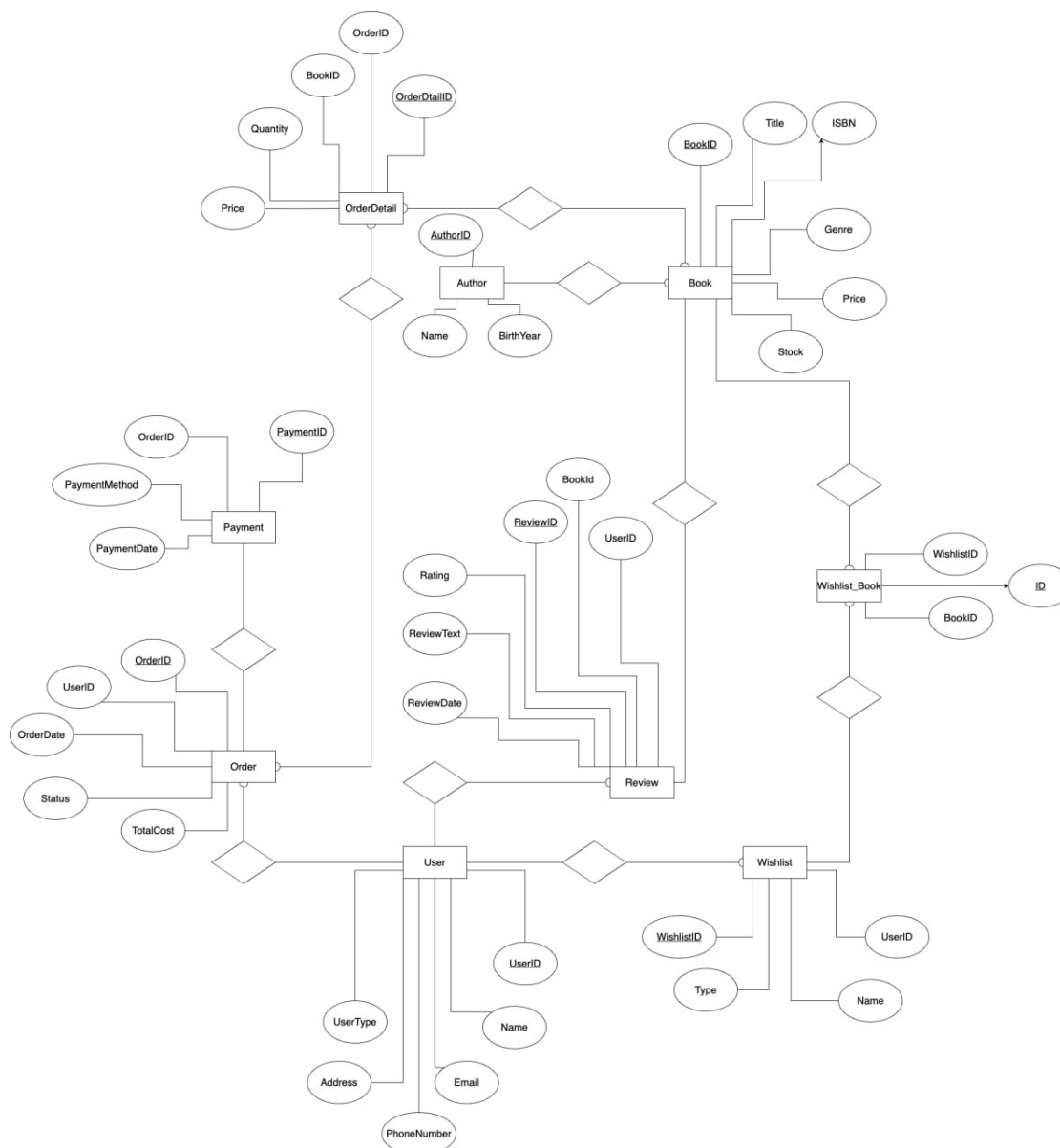
(آ) پاسخ های حساب رابطه ای با نوتیشن TRC به شکل زیر است:

- $\{ \langle P.ID \rangle \mid \text{Player}(P) \wedge P.Level > 100$
 $\wedge \forall S (\text{Session}(S) \wedge S.StartDate = S.EndDate \wedge S.PID = P.PID)$
- $\{ \langle P.ID \rangle \mid \text{Player}(P) \wedge P.RegisterDate < 2020$
 $\wedge \exists S (\text{Session}(S) \wedge S.PID = P.PID \wedge S.Length > 3)$
 $\wedge \exists L (\text{Leaderboard}(L) \wedge L.PID = P.PID \wedge L.Score > 3000 \wedge L.Score < 5000)$
- $\{ \langle P.Username, P.Email \rangle \mid \text{Player}(P) \wedge \exists S (\text{Session}(S) \wedge S.PID = P.PID \wedge S.StartDate \neq S.FinishDate)$
 $\wedge \left(\forall Q (\text{Player}(Q) \wedge Q.PID \neq P.PID \wedge \exists L (\text{Leaderboard}(L) \wedge L.PID = Q.PID \wedge L.Year = 2022 \right.$
 $\rightarrow \exists I (\text{Interaction}(I) \wedge I.ReceiverID = P.PID \wedge I.SenderID = Q.PID)$
 $\left. \vee \exists L_2 (\text{Leaderboard}(L_2) \wedge L_2.PID = P.PID \wedge L_2.Rank < 101) \right)$

(ب) جواب ها با نوتیشن سوم به صورت زیر هستند:

- $\text{MX.MID WHERE MX.HomeTeamGoals} - \text{MX.AwayTeamGoals} \geq 3 \text{ OR MX.AwayTeamGoals} - \text{MX.HomeTeamGoals} \geq 3$
- $\text{PX.Name, PX.Age WHERE PX.Position} = \text{"Goalkeeper"} \text{ AND EXISTS TX}(\text{TX.TID} = \text{PX.TID} \text{ AND EXISTS LX}(\text{LX.LID} = \text{TX.LID} \text{ AND LX.LeagueName} = \text{"PremierLeague"}))$
- $\text{TX.Name WHERE EXISTS MX}(\text{MX.AwayTeamID} = \text{TX.TID} \text{ AND MX.HomeTeamGoals} < \text{MX.AwayTeamGoals} \text{ AND EXISTS LX}(\text{LX.LID} = \text{MX.LID} \text{ AND LX.Country} = \text{"Germany"} \text{ AND LX.Year} = 2023))$
- $\text{TX.TeamName WHERE FORALL PX}(\text{PX.TID} = \text{TX.TID} \text{ AND PX.Age} > 20 \text{ AND PX.Age} < 35) \text{ AND EXISTS MX}(\text{MX.HomeTeamID} = \text{TX.TID} \text{ AND MX.HomeTeamGoals} > \text{MX.AwayTeamGoals} \text{ AND EXISTS LX}(\text{LX.LID} = \text{MX.LID} \text{ AND LX.LeagueName} = \text{"Serie A"} \text{ AND (LX.Year} = 2022 \text{ OR LX.Year} = 2023)))$

پاسخ ۱۰ (۲۵ نمره)



۲. مدل رابطه‌ای

- **User**(UserID, Name, Email, PhoneNumber, Address, UserType)
- **Book**(BookID, Title, ISBN, Genre, Price, Stock, PublicationYear, AuthorID)
- **Author**(AuthorID, Name, BirthYear)
- **Review**(ReviewID, BookID, UserID, Rating, ReviewText, ReviewDate)
- **Order**(OrderID, UserID, OrderDate, Status, TotalCost)
- **OrderDetail**(OrderID, BookID, Quantity, Price)
- **Wishlist**(WishlistID, UserID, Name, Type)
- **Wishlist_Book**(WishlistID, BookID)
- **Payment**(PaymentID, OrderID, PaymentMethod, PaymentDate)

۳. جبر رابطه‌ای

(آ) یافتن تمام کتاب‌هایی که توسط یک نویسنده مشخص نوشته شده‌اند:

$$\sigma_{\text{AuthorID}=X}(\text{Book})$$

(ب) بازبینی تمام سفارش‌های ثبت‌شده توسط یک کاربر خاص:

$$\sigma_{\text{UserID}=Y}(\text{Order})$$

(ج) یافتن کتاب‌هایی که بالاترین امتیاز را در یک ژانر خاص دارند:

$$\rho(B, \text{Book}) \bowtie_{B.\text{BookID}=R.\text{BookID}} \text{Review} \sigma_{\text{Genre}='Sci-Fi' \wedge \text{Rating}=\max(\text{Rating})}(B \bowtie R)$$

(د) یافتن کاربرانی که کتاب خریده‌اند اما هیچ بررسی‌ای ثبت نکرده‌اند:

$$\pi_{\text{UserID}}(\text{Order}) - \pi_{\text{UserID}}(\text{Review})$$

(ه) بازیابی کتاب‌هایی که در لیست علاقه‌مندی یک کاربر هستند اما هنوز خریداری نشده‌اند:

$$\pi_{\text{BookID}}(\sigma_{\text{UserID}=Z}(\text{Wishlist_Book})) - \pi_{\text{BookID}}(\sigma_{\text{UserID}=Z}(\text{OrderDetail}))$$