

# 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 تماماً 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 (۱۰ 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 <sup>۱</sup> یک رابطه سه گانی <sup>۲</sup> 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  $\pi_B(S) \bowtie \pi_{B,E}(\sigma_{D=1}(T))$  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 (۵ 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, Name, Credits, Department)

Enrollments(StudentID, CourseID, Semester)

ResearchProjects(ProjectID, Name, Funding, LeadProfessorID)

StudentAdvisors(StudentID, AdvisorID, StartDate)

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

(آ)

$\pi_{\text{Major Name.}}(\sigma_{\text{GPA} > 2.8 \wedge \text{EnrollmentYear} < 2018}(\text{Students}))$

(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)

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

**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 بخردند 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 می شود. برای هر شعبه، روزهای هفته که در آن نظافت انجام می شود به همراه بازه زمانی نظافت (ساعت شروع و پایان) در پایگاه داده ثبت می گردد.

(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 موجودیت هایی که در نظر گرفتید را در قالب جدول مشخص کنید (همراه با کلید اصلی و سایر ویژگی ها)، 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 می کنند. پزشکان متخصص در شاخه ای از پزشکی هستند و تنها می توانند با یک کلینیک در بیمارستان مرتبط باشند. هر کلینیک میزبان تعدادی بیمار است. هنگام پذیرش، اطلاعات شخصی هر بیمار ثبت می شود. همچنین، نیاز است اطلاعات مربوط به آزمایش های 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 اتاق های کلینیک وجود دارد. یک کلینیک می تواند 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 می تواند 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، ویژگی ها و کلیدهای اصلی را مشخص کنید.

پرسش ۷ (۱۰ نمره)

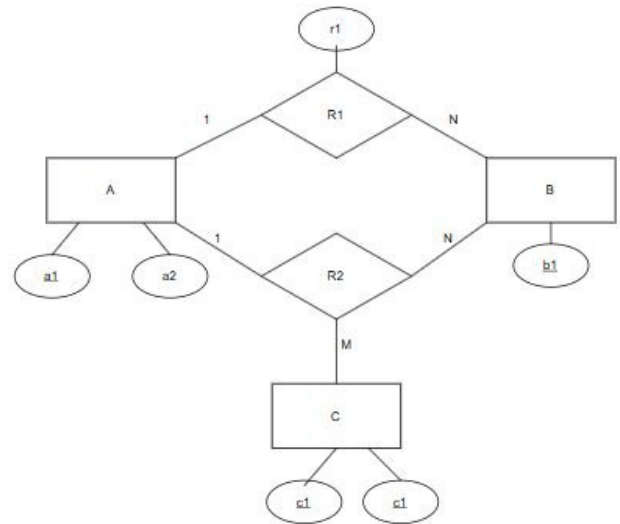
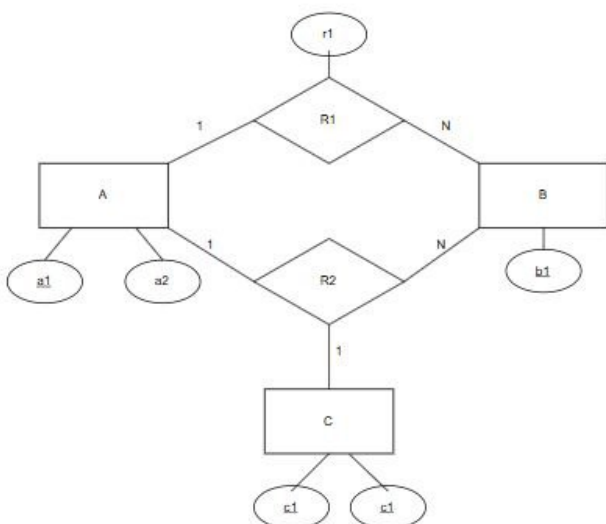
(آ) فرض کنید یک نوع موجودیت Person وجود دارد. هر شخص یک آدرس خانه دارد. بیش از یک نفر می تواند در یک آدرس خانه زندگی کند.

i. دو نمودار ER مختلف برای نمایش Persons و آدرس های آن ها 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 می کنیم؟

iii. فرض کنید که یک نوع موجودیت ElectricCompany داریم. فقط یکی از این شرکت ها به هر آدرس خانه برق می دهد. این اطلاعات را به هر نمودار ER اضافه کنید.

(ب) با توجه به نمودار های ER زیر، رابطه های 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 خلبان های شرکت را نگه داری می کند.

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

Aircraft(aid, aname, crusingRange)

Certified(eid, aid)

Employees(eid, ename, salary)

- 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 "Boeing۷۴۷" یا "Africa۲۰۰۰" 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.

خواسته های زیر را با استفاده از جبر رابطه ای به دست آورید.

- شناسه‌های خلبانانی که مجوز پرواز با هواپیمای Boeing۷۴۷ را دارند.
- نام خلبانانی که مجوز پرواز با هواپیمای Boeing۷۴۷ را دارند.
- شناسه‌های تمام هواپیماهایی که می‌توانند برای پروازهای بدون توقف از نیویورک به لس‌آنجلس استفاده شوند.
- نام خلبانانی که می‌توانند هواپیماهای با محدوده پرواز بیش از ۳۰۰۰ کیلومتر را هدایت کنند، اما مجوز پرواز با Boeing۷۴۷ را ندارند.
- مجموع مبلغ پرداختی به کارمندان به عنوان حقوق.
- شناسه کارمندانی که بیشترین حقوق را دریافت می‌کنند.
- یافتن شناسه‌های کارمندانی که دومین بیشترین مقدار حقوق را دریافت می‌کنند.
- بررسی وجود مسیر هوایی بدون توقف یا با یک توقف از سیدنی به نیویورک.
- نام و حقوق کارمندانی که مجوز پرواز با بیشترین هواپیماها را دارند.
- 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 کرده اند.
  - 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 بوده اند به آن‌ها پیام داده و یا خودشان در این سال با حداقل ۵۰۰۰ امتیاز جزو ۱۰۰ نفر اول بوده اند.
- (ب) روابط زیر مربوط به پایگاه داده لیگ های 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 خواسته های زیر را با حساب رابطه ای 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 کرده اند.
- نام تمام تیم‌هایی که در آلمان در سال ۲۰۲۳ به عنوان تیم مهمان بازی خود را برنده شده اند.
- 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 شده اند.

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, Genre, Price, StockQuantity و PublicationYear است.
- کاربران می‌توانند برای کتاب‌ها نقد و بررسی ثبت کنند. بررسی‌ها شامل Rating (1 to 5 stars) و 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:

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