

به نام خدا

دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی

فاز سوم پروژه درس سیستم‌های اطلاعات و مدیریت

تحلیل سیستم نرم‌افزار فروش کتاب الکترونیک

مدل‌سازی ساخت‌یافته و شیء‌گرای سیستم اطلاعاتی

اعضای گروه: محمد عرفان لقائی، سهیل محمدی، پرهام امیدنژاد، محمد احسان

کوهفر

استاد راهنما: دکتر حسینی‌نژاد

فهرست مطالب

۳	مقدمه فاز سوم
۴	۳.۱ طراحی ساخت یافته
۴	۳.۱.۱ نمودار رابطه-موجودیت (ERD)
۶	۳.۱.۲ نمودارهای جریان داده (DFD) – سطح صفر و سطح یک
۹	۳.۲ طراحی شیءگرا
۹	۳.۲.۱ نمودار کلاس (Class Diagram)
۱۱	۳.۲.۲ نمودار موارد کاربرد (Use Case)
۱۳	۳.۲.۳ نمودارهای توالی (Sequence Diagrams)
۱۹	جمع بندی فاز سوم

در فاز نخست، شناخت کلی از سیستم فروش کتاب الکترونیک (پلتفرمی مشابه فیدیبو) به دست آمد و در فاز دوم، نیازمندی‌های عملکردی (FR-01 تا FR-06) و غیرعملکردی سیستم به صورت دقیق مستند شد. فاز سوم به «مدلسازی ساخت‌یافته و شیء‌گرای سیستم اطلاعاتی» اختصاص دارد؛ یعنی تبدیل نیازمندی‌های مستندشده به مدل‌های استاندارد مهندسی نرم‌افزار که مبنای طراحی پایگاه داده، معماری و پیاده‌سازی در فازهای بعدی خواهند بود.

این فاز در دو بخش تنظیم شده است:

• **طراحی ساخت‌یافته (Structured Design):** شامل نمودار رابطه-موجودیت (ERD) برای مدل داده سیستم و نمودارهای جریان داده (DFD) در سطح صفر (نمودار زمینه) و سطح یک برای نمایش فرآیندها و جریان اطلاعات.

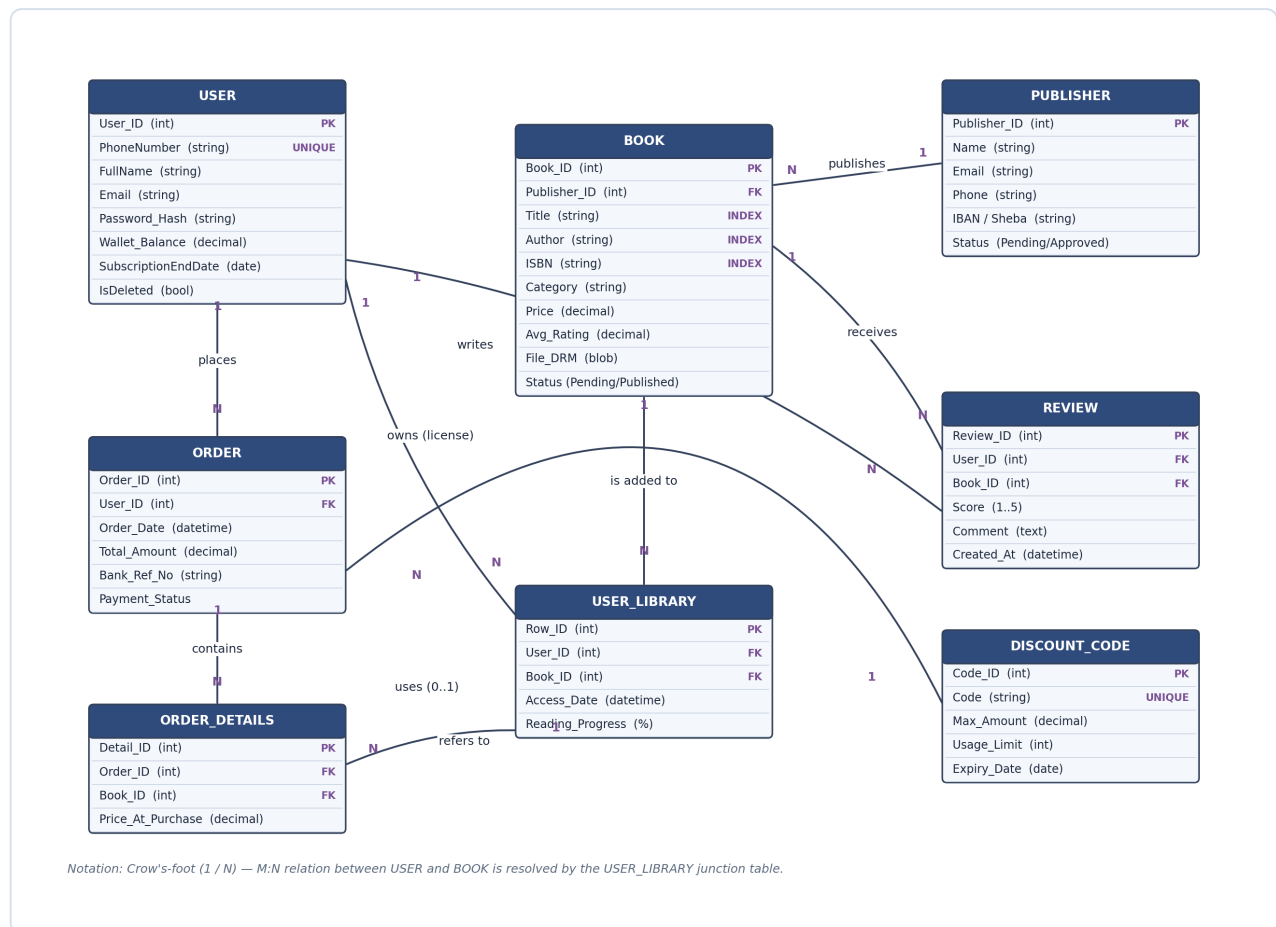
• **طراحی شیء‌گرا (Object-Oriented Design):** شامل نمودار کلاس، نمودار موارد کاربرد (Use Case) و شش نمودار توالی برای مهم‌ترین سناریوهای سیستم.

در تمامی نمودارها، برچسب‌ها مطابق عرف مهندسی نرم‌افزار به زبان انگلیسی درج شده و شرح فارسی هر نمودار در متن سند ارائه شده است. مدل‌ها به طور مستقیم از نیازمندی‌های فاز دوم استخراج شده‌اند؛ برای نمونه احراز هویت با OTP و انقضای ۱۲۰ ثانیه (FR-01)، جست‌وجوی ایندکس‌شده با پاسخ زیر ۲ ثانیه (FR-02)، پرداخت ترکیبی کیف پول/درگاه (FR-03)، تخصیص خودکار لایسنس به قفسه شخصی (FR-04)، ثبت امتیاز فقط برای خریداران (FR-05) و اشتراک (FR-06) VIP.

۳.۱ طراحی ساخت‌یافته

۳.۱.۱ نمودار رابطه-موجودیت (ERD)

مدل داده سیستم بر پایه موجودیت‌های شناسایی‌شده در فاز دوم طراحی شده است. هشت موجودیت اصلی سیستم عبارت‌اند از: کاربر (USER)، ناشر (PUBLISHER)، کتاب (BOOK)، سفارش (ORDER)، جزئیات سفارش (ORDER_DETAILS)، قفسه کاربر (USER_LIBRARY)، نظر و امتیاز (REVIEW) و کد تخفیف (DISCOUNT_CODE).



شکل ۱ – نمودار رابطه-موجودیت (ERD) سیستم فروش کتاب الکترونیک

تحلیل روابط:

- **USER و ORDER (یک به چند):** هر کاربر می‌تواند چندین سفارش ثبت کند، اما هر سفارش تنها به یک کاربر تعلق دارد.
- **ORDER و ORDER_DETAILS (یک به چند):** چون هر سبد خرید ممکن است چند کتاب داشته باشد، اقلام هر فاکتور به تفکیک و همراه قیمت لحظه خرید (Price_At_Purchase) ثبت می‌شود تا سوابق مالی مطابق اصل ACID حفظ شود.

• **PUBLISHER و BOOK (یک به چند):** هر ناشر چندین کتاب منتشر می‌کند و هر کتاب متعلق به یک ناشر است.

• **USER و BOOK (چند به چند):** این رابطه توسط جدول واسط `USER_LIBRARY` شکسته شده است؛ این جدول در واقع «لایسنس» دسترسی کاربر به کتاب را به همراه تاریخ دسترسی و درصد پیشرفت مطالعه نگه می‌دارد (FR-04).

• **USER/BOOK و REVIEW:** هر کاربر خریدار می‌تواند برای هر کتاب یک نظر و امتیاز (۱ تا ۵) ثبت کند؛ میانگین امتیاز در فیلد `Avg_Rating` کتاب نگهداری و به‌روزرسانی می‌شود (FR-05).

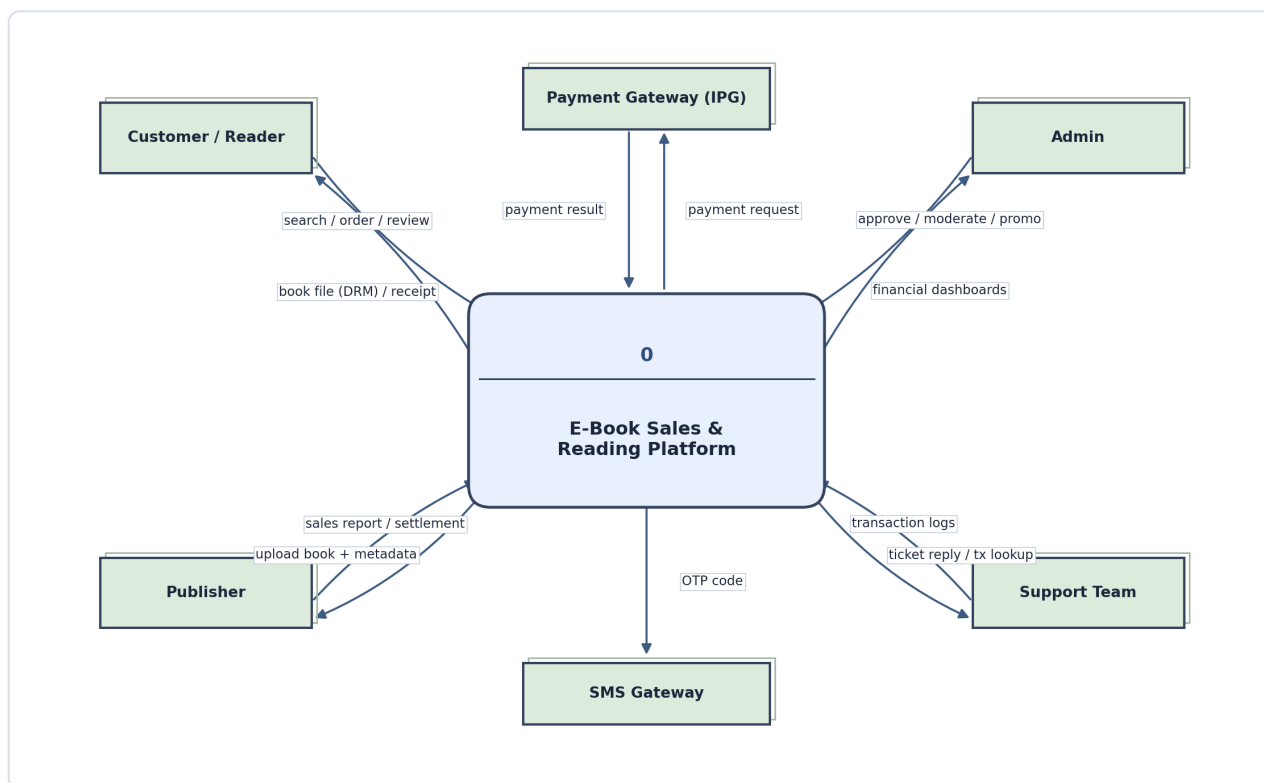
• **ORDER و DISCOUNT_CODE (اختیاری):** هر سفارش می‌تواند حداکثر از یک کد تخفیف با سقف مبلغ و محدودیت دفعات استفاده بهره ببرد.

مطابق استراتژی ایندکس‌گذاری فاز دوم، فیلدهای `Author`، `Title` و `ISBN` در موجودیت `BOOK` ایندکس (B-Tree) شده‌اند تا از پیمایش کامل جدول (Full Table Scan) جلوگیری شود و زمان پاسخ جست‌وجو زیر ۲۰۰ میلی‌ثانیه بماند. فیلد `PhoneNumber` نیز به‌عنوان کلید یکتا (Unique Key) تعریف شده و حذف کاربران به‌صورت «حذف نرم» با فیلد `IsDeleted` انجام می‌شود تا یکپارچگی گزارش‌های مالی حفظ گردد.

۳.۱.۲ نمودارهای جریان داده (DFD)

الف) نمودار سطح صفر (نمودار زمینه)

در نمودار زمینه، کل سیستم به صورت یک فرآیند واحد (فرآیند صفر) دیده می‌شود که با شش موجودیت خارجی در تعامل است: مشتری/خواننده، ناشر، مدیر سیستم، تیم پشتیبانی، درگاه پرداخت بانکی (IPG) و درگاه پیامکی (SMS Gateway).

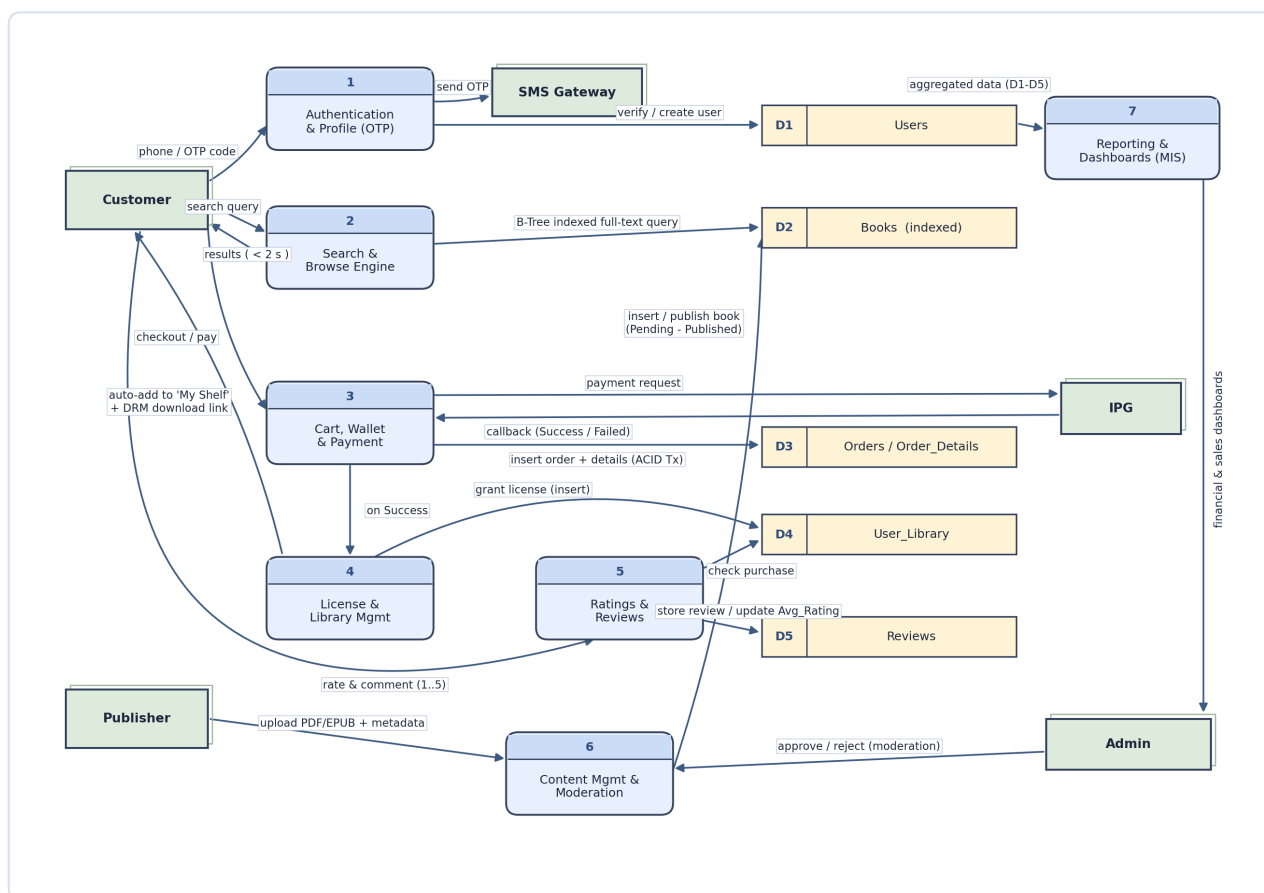


شکل ۲ – نمودار جریان داده سطح صفر (Context Diagram)

مشتری درخواست‌های جست‌وجو، سفارش و ثبت نظر را به سیستم می‌فرستد و در مقابل، فایل رمزنگاری‌شده کتاب (DRM) و رسید خرید دریافت می‌کند. ناشر کتاب و متادیتا را بارگذاری کرده و گزارش فروش و تسویه حساب می‌گیرد. مدیر عملیات تأیید ناشر، نظارت بر محتوا و تعریف کدهای تخفیف را انجام می‌دهد و داشبوردهای مالی دریافت می‌کند. تیم پشتیبانی برای پاسخ‌گویی به شکایات، به لاگ تراکنش‌ها دسترسی دارد. تعامل با درگاه بانکی به صورت «درخواست پرداخت / نتیجه پرداخت» و با درگاه پیامکی برای ارسال کد یک‌بارمصرف است.

ب) نمودار سطح یک

در سطح یک، سیستم به هفت فرآیند اصلی و پنج انبار داده تجزیه می‌شود:



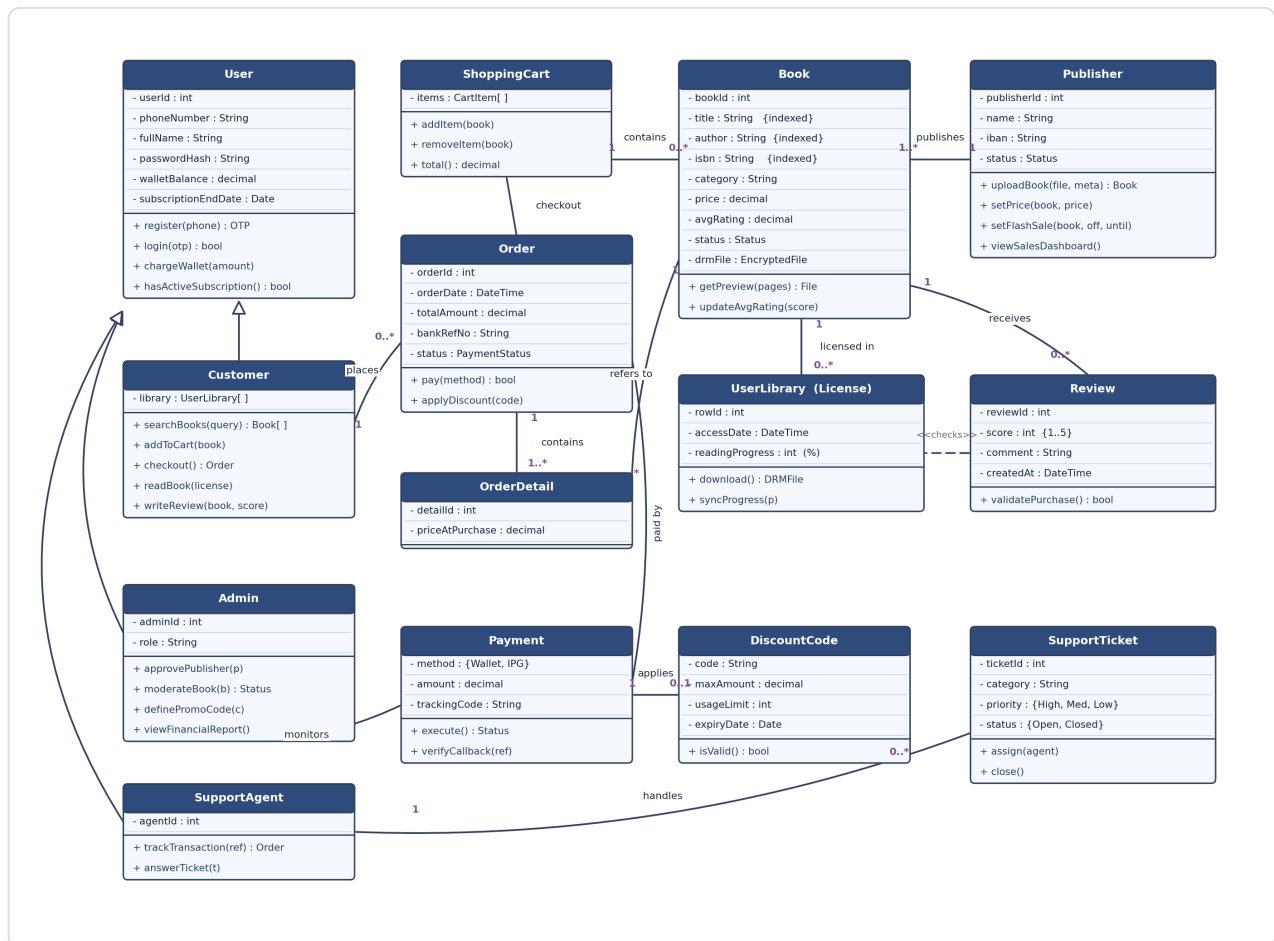
شکل ۳ – نمودار جریان داده سطح یک

فرآیند	شرح
۱ – احراز هویت و پروفایل	دریافت شماره موبایل، تولید کد ۶ رقمی OTP با انقضای ۱۲۰ ثانیه، ارسال از طریق درگاه پیامکی و ایجاد/بازیابی کاربر در انبار D1 (FR-01).
۲ – موتور جست‌وجو و مرور	جست‌وجوی هم‌زمان در نام کتاب، نویسنده و ناشر با ایندکس B-Tree روی انبار D2 و اعمال فیلترهای قیمت، امتیاز و دسته‌بندی؛ پاسخ‌گویی زیر ۲ ثانیه (FR-02).
۳ – سبد خرید، کیف پول و پرداخت	محاسبه مبلغ کل، کسر از کیف پول یا اتصال به درگاه IPG، و ثبت سفارش در انبار D3 در قالب تراکنش (FR-03) ACID.
۴ – مدیریت لایسنس و قفسه	بلافاصله پس از موفقیت پرداخت، صدور لایسنس در انبار D4 و افزودن خودکار کتاب به «قفسه من» به همراه لینک دانلود محافظت‌شده با (FR-04) DRM.
۵ – امتیاز و نظرات	

بررسی سابقه خرید در D4 پیش از باز کردن فرم نظر، ذخیره نظر در D5 و به روزرسانی میانگین امتیاز کتاب (FR-05).	
بارگذاری فایل PDF/EPUB و متادیتا توسط ناشر با وضعیت Pending و انتشار (Published) پس از تأیید مدیر.	۶ – مدیریت و نظارت محتوا
اجرای کوئری‌های تجمعی (SUM و ...) روی انبارهای D1 تا D5 و ارائه گزارش سود پلتفرم (سهم ۳۰٪) و سهم ناشران (۷۰٪) به مدیریت.	۷ – گزارش‌گیری و داشبورد (MIS)

۳.۲.۱ نمودار کلاس (Class Diagram)

در نمودار کلاس، ساختار ایستا و منطق شیء‌گرای سیستم نمایش داده می‌شود. کلاس پایه User ویژگی‌های مشترک (شماره موبایل یکتا، رمز عبور هش‌شده، موجودی کیف پول و تاریخ پایان اشتراک VIP) را نگه می‌دارد و سه کلاس Customer، Admin و SupportAgent از آن ارث‌بری می‌کنند (رابطه Generalization با فلش توخالی).



شکل ۴ – نمودار کلاس سیستم فروش کتاب الکترونیک

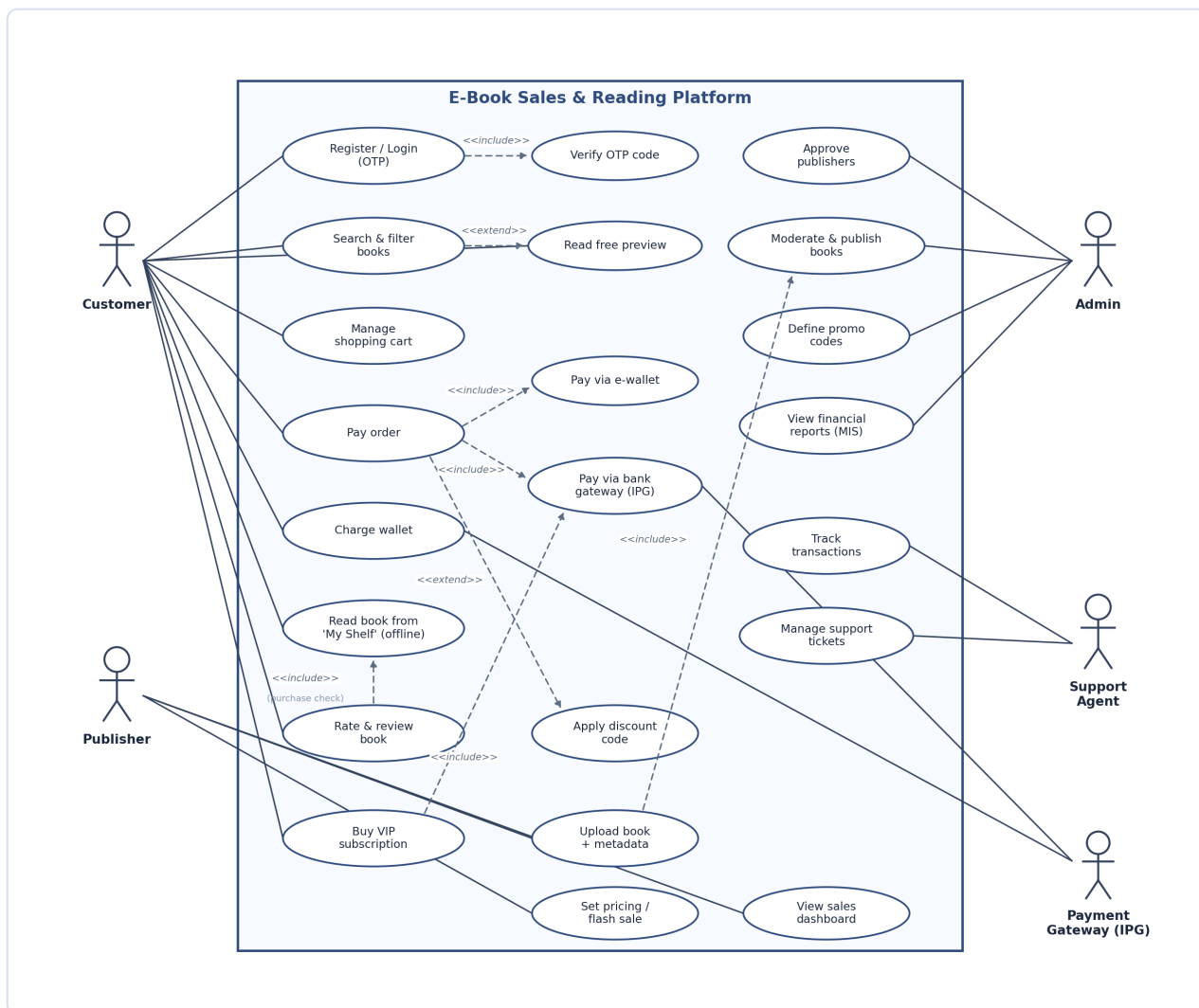
نکات کلیدی نمودار:

- مشتری از طریق ShoppingCart کتاب‌ها را جمع‌آوری و با متد checkout() شیء Order می‌سازد؛ هر سفارش شامل یک یا چند OrderDetail است که قیمت لحظه خرید را ثبت می‌کند.
- کلاس Payment پرداخت ترکیبی (کیف پول / درگاه IPG) را با متدهای execute() و verifyCallback() پیاده‌سازی می‌کند و می‌تواند حداکثر یک DiscountCode معتبر اعمال کند.

- کلاس UserLibrary نقش لایسنس را دارد؛ متد download() فایل DRM را فقط برای دارنده لایسنس بازمی‌گرداند و syncProgress() درصد پیشرفت مطالعه را همگام می‌کند.
- کلاس Review با وابستگی «checks» به UserLibrary، پیش از ثبت نظر، خرید کتاب را اعتبارسنجی می‌کند و متد updateAvgRating() در کلاس Book میانگین را با فرمول فاز دوم به‌روزرسانی می‌کند.
- ناشر (Publisher) مستقل از سلسله‌مراتب کاربر مدل شده و متدهای بارگذاری کتاب، قیمت‌گذاری، تخفیف زمان‌دار (Flash Sale) و مشاهده داشبورد فروش را دارد.
- فیلدهای ایندکس‌شده کلاس Book با برچسب {indexed} مشخص شده‌اند.

۳.۲.۲ نمودار موارد کاربرد (Use Case Diagram)

پنج بازیگر با مرز سیستم در تعامل‌اند: مشتری، ناشر، مدیر، کارشناس پشتیبانی و درگاه پرداخت (به‌عنوان بازیگر ثانویه). روابط «include» برای رفتارهای اجباری و «extend» برای رفتارهای اختیاری به کار رفته‌اند.



شکل ۵ – نمودار موارد کاربرد سیستم

توضیح موارد کاربرد مهم:

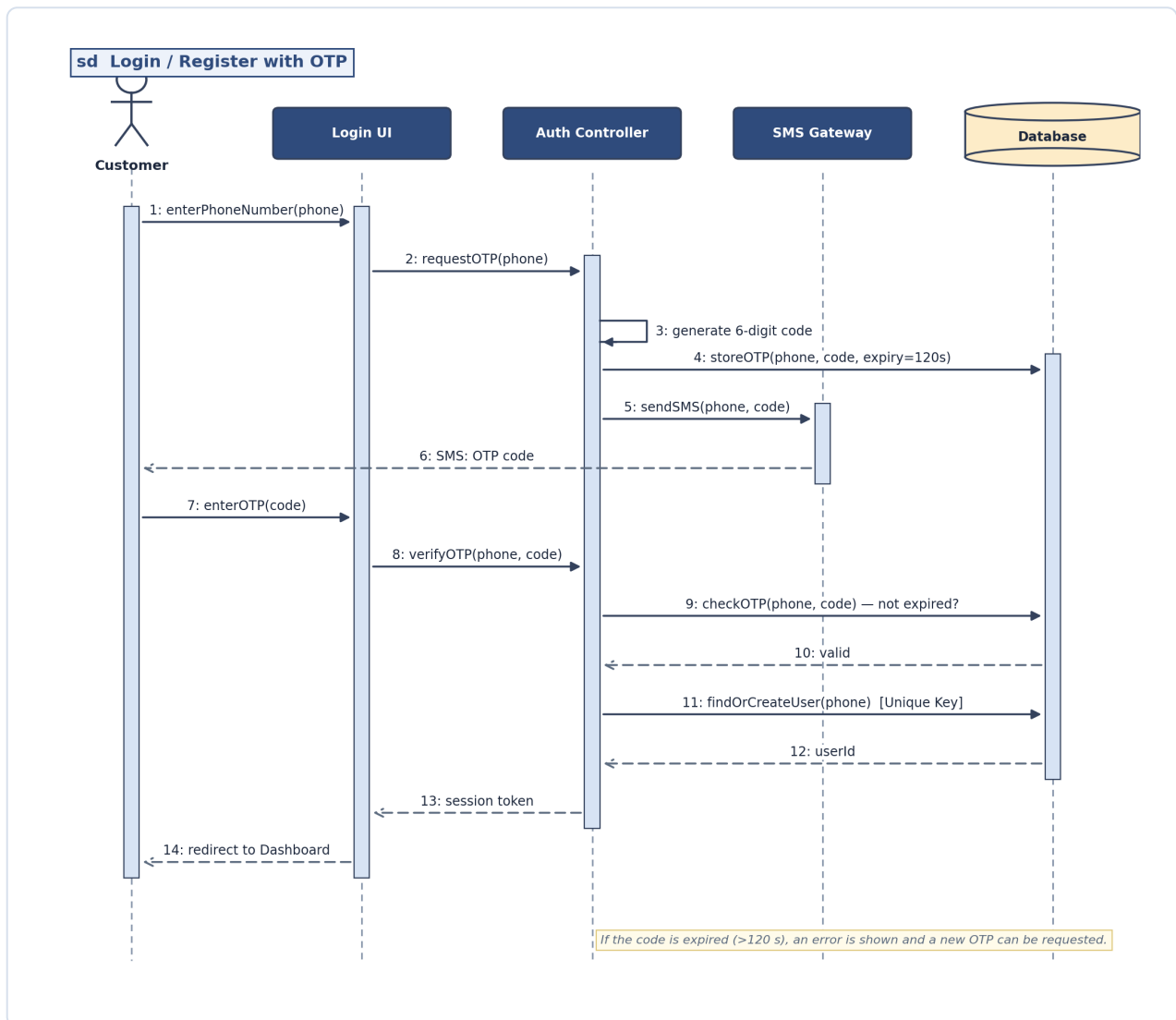
- **ثبت نام/ورود:** همیشه شامل «تأیید کد OTP» است (include).
- **جست و جوی کتاب:** می‌تواند با «مطالعهٔ پیش‌نمایش رایگان» گسترش یابد (extend) تا ریسک خرید کاهش پیدا کند.
- **پرداخت سفارش:** شامل دو مسیر «پرداخت با کیف پول» و «پرداخت از درگاه بانکی» است و به‌صورت اختیاری با «اعمال کد تخفیف» گسترش می‌یابد؛ خرید اشتراک VIP نیز از درگاه بانکی استفاده می‌کند.
- **ثبت امتیاز و نظر:** مستلزم بررسی مالکیت کتاب در قفسهٔ شخصی است (include – کنترل خرید).

- **بارگذاری کتاب توسط ناشر:** همیشه شامل «نظارت و انتشار» توسط مدیر است؛ کتاب تا پیش از تأیید در وضعیت Pending می‌ماند.
- **پشتیبانی:** کارشناس با کد پیگیری یا شماره موبایل، وضعیت تراکنش‌ها (Pending / Failed / Success) را رهگیری و تیکت‌ها را با اولویت‌بندی مدیریت می‌کند.

۳.۲.۳ نمودارهای توالی (Sequence Diagrams)

شش سناریوی کلیدی سیستم – منطبق بر نیازمندی‌های FR-01 تا FR-05 و فرآیند نشر محتوا – در قالب نمودار توالی مدل شده‌اند. در همه نمودارها، خطوط عمر (Lifeline)، نوارهای فعال‌سازی و پیام‌های بازگشتی (خط‌چین) مطابق استاندارد UML ترسیم شده‌اند.

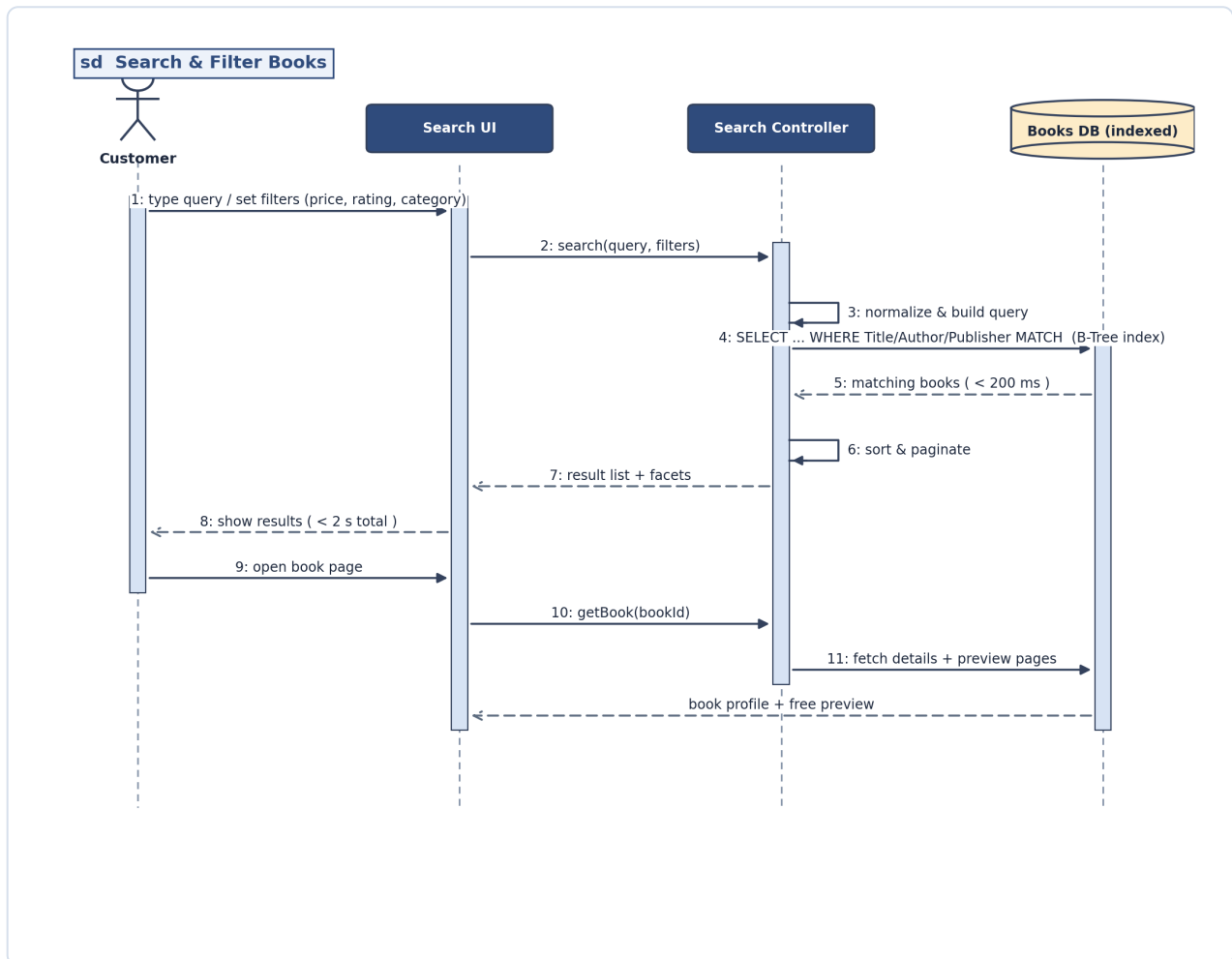
الف) ورود / ثبت‌نام با رمز یک‌بار مصرف (FR-01)



شکل ۶ – نمودار توالی ورود و ثبت‌نام با OTP

کاربر شماره موبایل را وارد می‌کند؛ کنترلر احراز هویت کد ۶ رقمی تولید کرده، آن را همراه زمان انقضای ۱۲۰ ثانیه در پایگاه داده (یا حافظه موقتی مانند Redis) ذخیره و از طریق درگاه پیامکی ارسال می‌کند. پس از ورود کد توسط کاربر، اعتبار و عدم انقضای آن بررسی شده و در صورت صحت، کاربر بر اساس شماره موبایل (کلید یکتا) یافت یا ایجاد می‌شود و توکن نشست صادر می‌گردد.

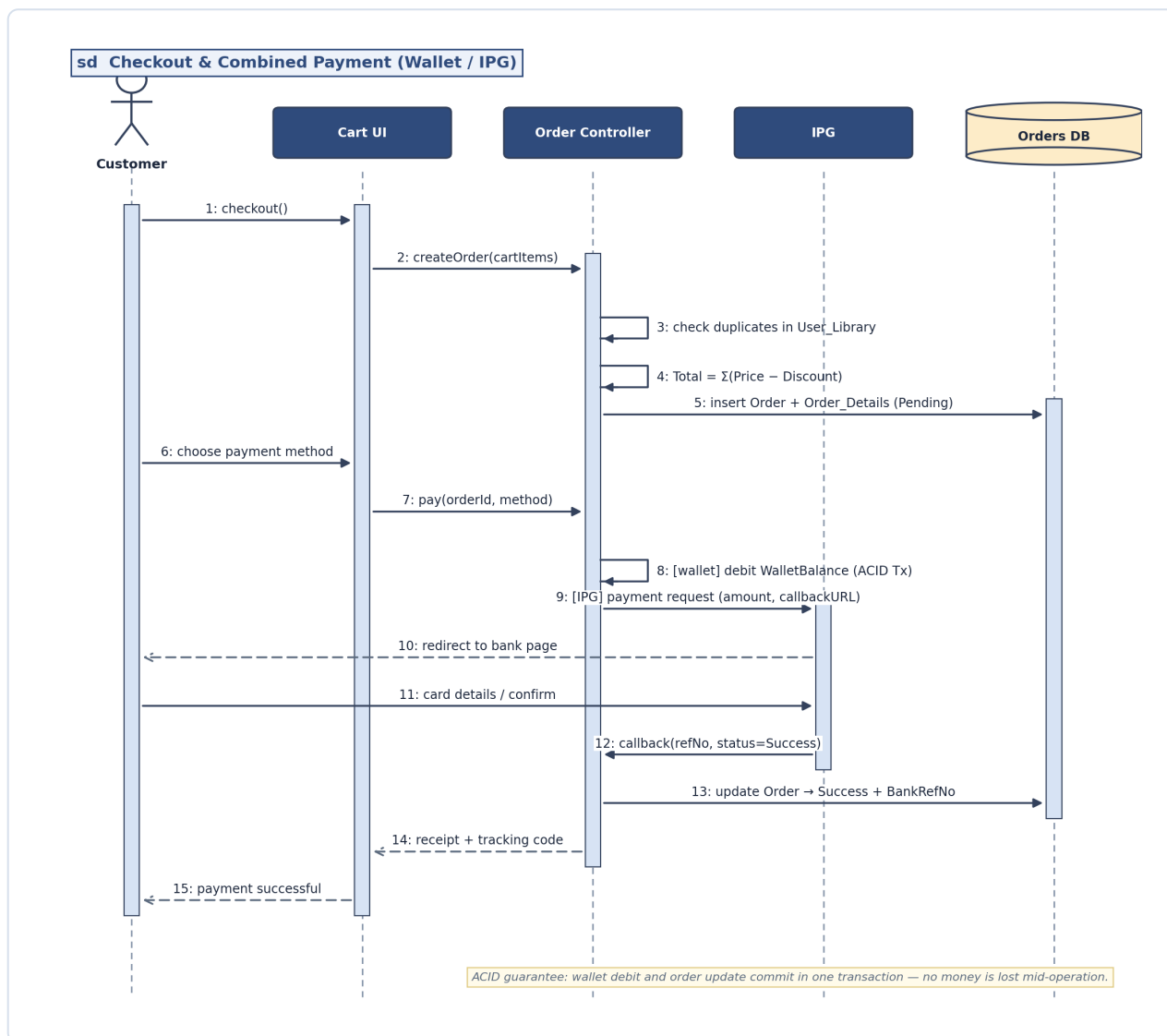
ب) جست‌وجو و فیلتر کتاب (FR-02)



شکل ۷ – نمودار توالی جست‌وجوی کتاب

عبارت جست‌وجو به صورت همزمان روی فیلدهای ایندکس شده عنوان، نویسنده و ناشر اجرا می‌شود؛ به لطف ایندکس B-Tree، پاسخ پایگاه داده زیر ۲۰۰ میلی‌ثانیه و کل چرخه نمایش نتایج زیر ۲ ثانیه است. کاربر با باز کردن صفحه کتاب، پیش‌نمایش رایگان (۱۰ تا ۲۰ صفحه نخست) را بدون دانلود کل فایل مشاهده می‌کند.

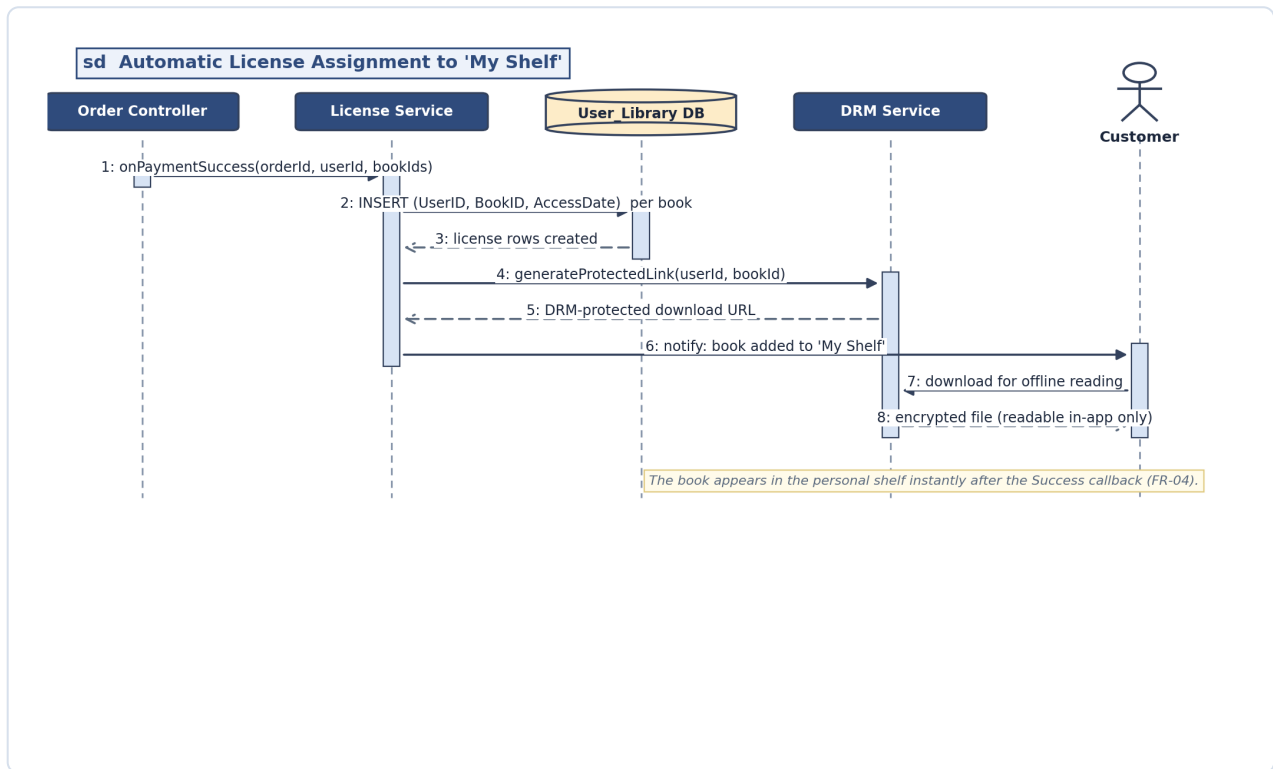
ج) تسویه سبد خرید و پرداخت ترکیبی (FR-03)



شکل ۸ – نمودار توالی خرید و پرداخت (کیف پول / درگاه IPG)

پیش از ساخت سفارش، تکراری نبودن کتاب‌ها در قفسه کاربر کنترل و مبلغ کل با فرمول $Total = \sum (Price - Discount)$ محاسبه می‌شود. سفارش با وضعیت Pending ثبت شده و بسته به انتخاب کاربر، مبلغ از کیف پول کسر یا کاربر به درگاه بانکی هدایت می‌شود. پس از دریافت Callback موفق از درگاه، وضعیت سفارش به Success تغییر کرده و شماره پیگیری بانکی ذخیره می‌شود. تمام این عملیات درون تراکنش پایگاه داده (ACID) انجام می‌شود تا در صورت قطع ارتباط، پول بدون تحویل کتاب کسر نشود.

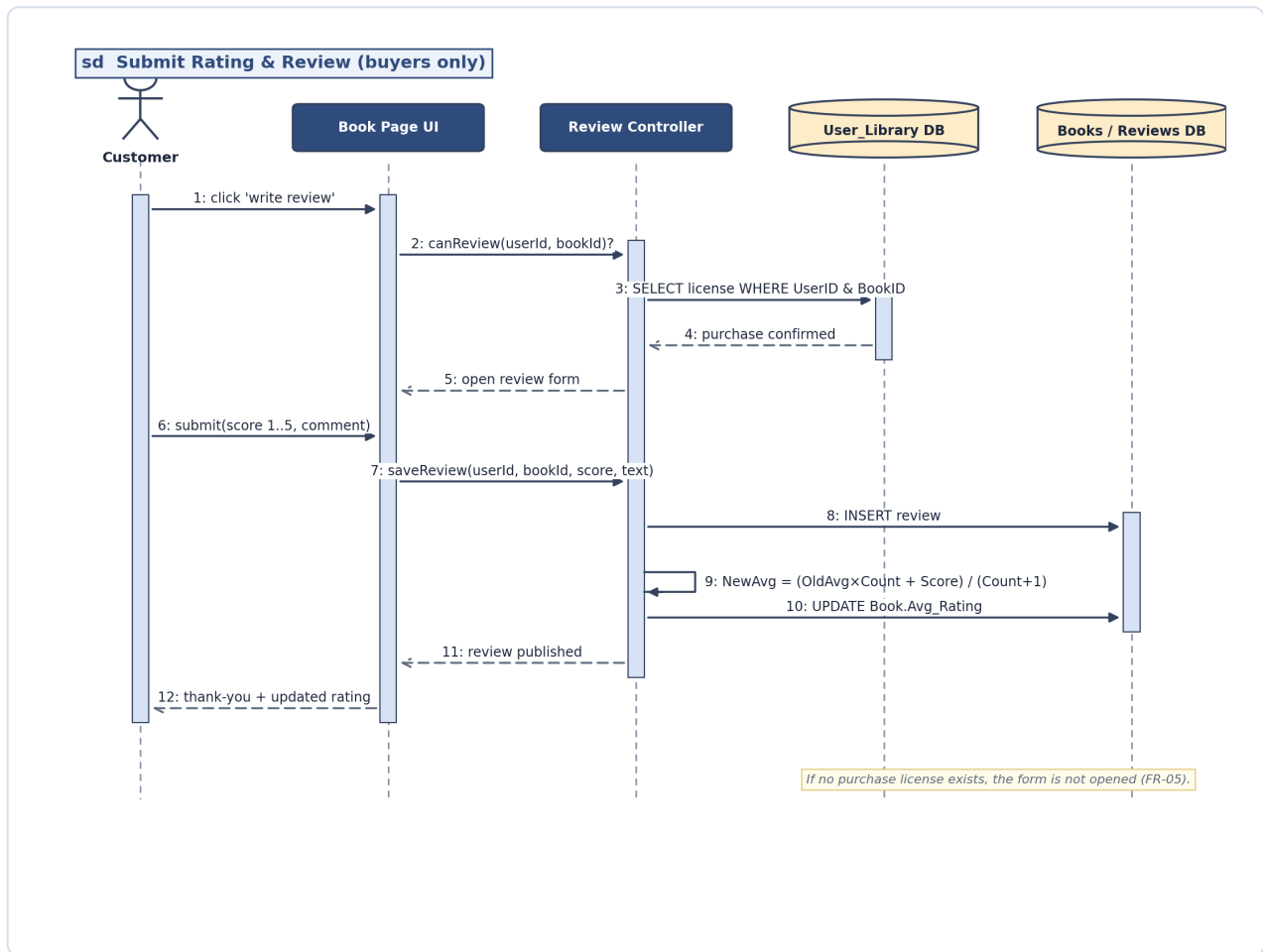
(د) تخصیص خودکار لایسنس و قفسه شخصی (FR-04)



شکل ۹ – نمودار توالی تخصیص لایسنس و افزودن به قفسه

بلافاصله پس از تأیید پرداخت، به ازای هر کتاب خریداری شده یک رکورد در جدول واسط `User_Library` درج می‌شود، سرویس DRM لینک دانلود محافظت شده تولید می‌کند و کتاب در همان لحظه در «قفسه من» نمایش داده می‌شود. فایل رمزنگاری شده فقط داخل اپلیکیشن و تحت حساب خریدار قابل مطالعه است و امکان مطالعه آفلاین نیز فراهم است.

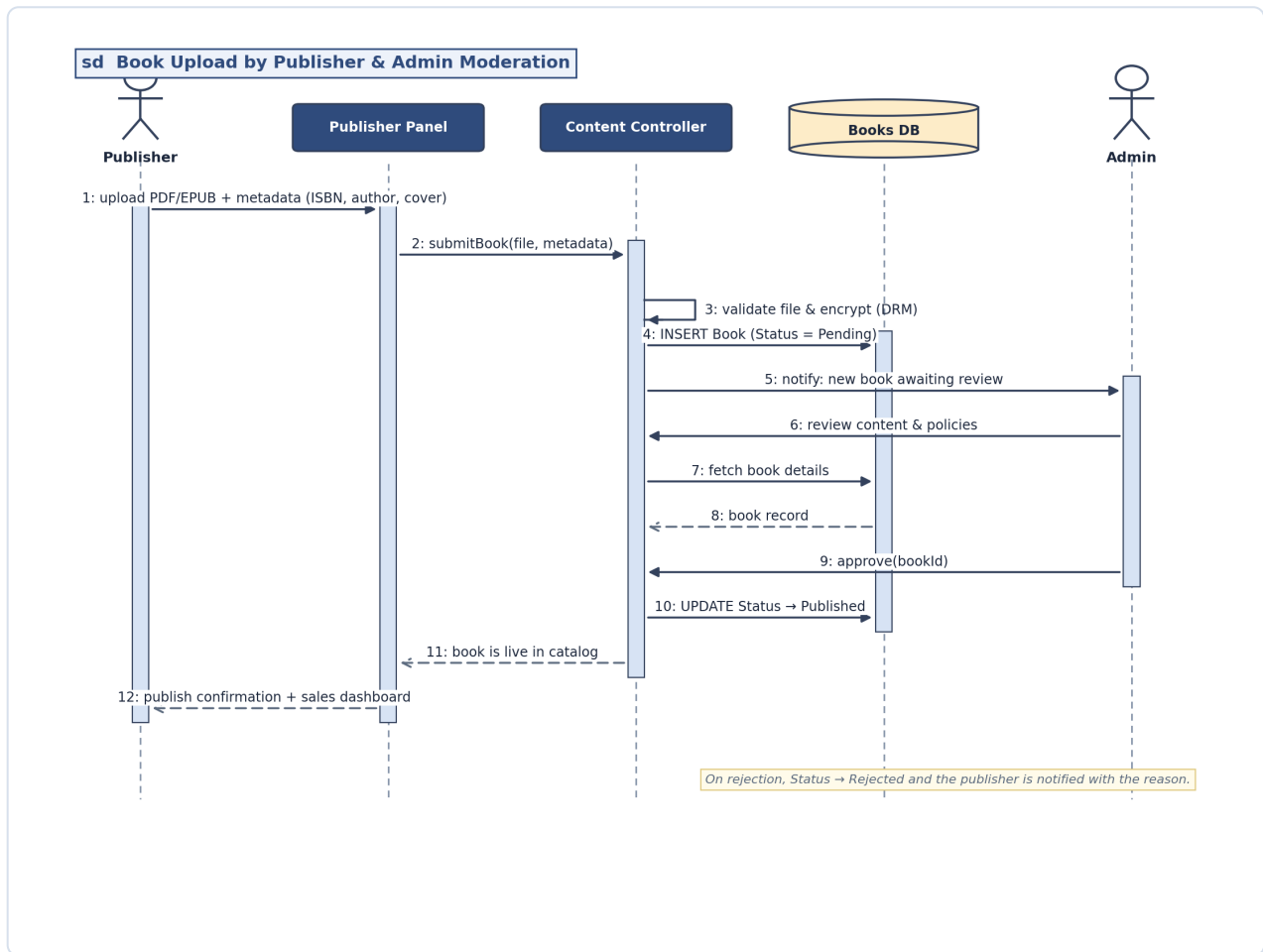
هـ) ثبت امتیاز و نظر (FR-05)



شکل ۱۰ – نمودار توالی ثبت امتیاز و نظر

پیش از باز شدن فرم نظرخواهی، کنترلر با یک پرس‌وجو روی User_Library خرید کتاب توسط کاربر را احراز می‌کند؛ در غیر این صورت فرم نمایش داده نمی‌شود. پس از ثبت، میانگین امتیاز کتاب با فرمول $NewAverage = (OldAverage \times Count + NewScore) / (Count + 1)$ به‌روزرسانی و در پروفایل کتاب منعکس می‌شود.

و) بارگذاری کتاب توسط ناشر و تأیید مدیر



شکل ۱۱ – نمودار توالی بارگذاری کتاب و نظارت محتوا

ناشر فایل خام PDF/EPUB را همراه متادیتا (شابک، نویسنده، دسته‌بندی و جلد) بارگذاری می‌کند؛ فایل پس از اعتبارسنجی، رمزنگاری (DRM) شده و کتاب با وضعیت Pending در کارتابل مدیریت قرار می‌گیرد. مدیر پس از بررسی قوانین پلتفرم، کتاب را تأیید (Published) یا رد (Rejected) می‌کند و نتیجه به ناشر اطلاع داده می‌شود؛ از این لحظه کتاب در کاتالوگ و نتایج جست‌وجو قابل مشاهده است.

جمع‌بندی فاز سوم

در این فاز، نیازمندی‌های مستندشده فازهای قبل به مدل‌های استاندارد تحلیل و طراحی تبدیل شد:

- **مدل داده (ERD):** هشت موجودیت اصلی با کلیدهای اصلی/خارجی، شکستن رابطه چندبه‌چند کاربر-کتاب با جدول واسط User_Library و تعیین فیلدهای ایندکس‌شده برای تضمین کارایی.

- **مدل فرآیندی (DFD):** نمودار زمینه با شش موجودیت خارجی و نمودار سطح یک با هفت فرآیند و پنج انبار داده که جریان کامل اطلاعات از احراز هویت تا گزارش‌گیری مدیریتی را پوشش می‌دهد.

- **مدل شیء‌گرا:** نمودار کلاس با سلسله‌مراتب ارث‌بری کاربران و کپسوله‌سازی منطق پرداخت، لایسنس و امتیازدهی؛ نمودار Use Case با روابط include/extend؛ و شش نمودار توالی برای سناریوهای حیاتی سیستم.

این مدل‌ها هم‌راستا با نیازمندی‌های غیرعملکردی فاز دوم (امنیت DRM و هش SHA-256، کارایی زیر ۲ ثانیه، تراکنش‌های ACID، حذف نرم و مقیاس‌پذیری) طراحی شده‌اند و نقشه راه روشنی برای فاز بعدی – طراحی رابط کاربری و پیاده‌سازی – فراهم می‌کنند.