

شبکه‌های کامپیوتری

(رویکرد از فراز به فرود)

Computer Networking

(A Top – Down Approach)

Fifth edition

James F.Kurose

Keith W. Ross

ویراست پنجم

اثر:

جیمز . اف کراس و کیت دبلیو راس

برگردان و گردآوری:

دکتر حسین حاج رسولیها

(PhD UMIST)

انتشارات نیاز دانش

۱۳۹۰

سرشناسه	: کروز جیمز. Kurose James F.
عنوان و نام پدیدآور	: شبکه‌های کامپیوتری (رویکرد از فراز به فرود) / اثر: جیمز اف کراس، کیت دلبیو راس؛ برگردان: حسین حاج رسولیها
مشخصات نشر	: تهران، نیاز دانش، ۱۳۹۰
مشخصات ظاهری	: ۷۵۲ ص، مصور. جدول. نمودار.
شابک	: ۱۵۵۰۰۰ ریال: ۲-۰۱-۶۴۸۱-۶۰۰-۹۷۸
یادداشت	: عنوان اصلی: Computer networking: a top-down approach/ 5th ed.
یادداشت	: کتابنامه
موضوع	: اینترنت
موضوع	: شبکه‌های کامپیوتری
شناسه افزوده	: راس، کیت، ۱۹۵۶ - م، نویسنده همکار
شناسه افزوده	: Ross, Keith W
شناسه افزوده	: حاج رسولیها، حسین، ۱۳۳۵ - مترجم
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۹۰ ک ۴۶ الف / ۸۷۵ / ۵۱۰۵ TK
رده‌بندی دیویی	: ۰۰۴/۶۷۸
شماره کتابشناسی ملی	: ۲۵۳۱۳۸۸



نام کتاب	: شبکه‌های کامپیوتری (رویکرد از فراز به فرود)
پدیدآورندگان	: دکتر حسین حاج رسولیها
مدیر اجرایی - ناظر بر چاپ	: حمیدرضا محمد شیرازی - محمد شمس
طراح جلد	: کیانا آرین
ناشر	: نیاز دانش
صفحه‌آرا	: قلم‌نگار - معمّری
لیتوگرافی / چاپ	: نص - گنج شایگان
نوبت چاپ	: اول - ۱۳۹۰
شمارگان	: ۱۰۰۰
قیمت	: ۱۵۵۰۰۰ ریال

ISBN:978-600-6481-01-2

شابک: ۲-۰۱-۶۴۸۱-۶۰۰-۹۷۸

توزیع ۶۶۴۶۵۶۷۴ - ۶۶۴۱۲۳۸۵ - ۶۶۴۰۵۳۷۲ - ۰۹۱۲-۷۰۷۳۹۳۵

مشاوره جهت نشر: ۲۱۰۶۷۰۹ - ۰۹۱۲

کلیه حقوق مادی و معنوی این اثر متعلق به ناشر می‌باشد.

به نام دانای توانا

سخن مترجم

هدف از ترجمه‌ی این اثر پاسخ به نیاز دانشجویان کارشناسی ارشد و کارشناسی در شاخه‌های مختلف مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات و مهندسی برق می‌باشد. این کتاب می‌تواند به عنوان راهنما جهت آماده‌سازی داوطلبان شرکت در آزمون‌های تحصیلات تکمیلی در شاخه‌های مهندسی برق و کامپیوتر نیز مورد استفاده قرار گیرد.

بدون شک مطالبی که به‌وسیله‌ی پدیدآورندگان این اثر پوشش یافته است، حاصل تجربه‌ی طولانی آنها در ارائه‌ی دروس مرتبط با آن در کلاس‌های دانشگاهی می‌باشد و شاید به همین جهت است که این کتاب در اغلب دانشگاه‌های معتبر جهان به عنوان یک مرجع درسی پذیرفته شده و با استقبال روزافزون استادان و دانشجویان روبه‌رو شده است.

نکته‌ی حائز اهمیت دیگری که سبب گردید تا گام برای ترجمه‌ی این اثر جهت استفاده دانشجویان عزیز در مقاطع کارشناسی و تحصیلات تکمیلی برداشته شود، به روز بودن مطالب فصل‌های مختلف آن است. یکی از ویژگی‌های این اثر روند تکامل و بلوغ آن در طی ده سال گذشته از نخستین ویراست آن تا ترجمه‌ی کنونی است، که آخرین ویراست در سال 2010 میلادی می‌باشد.

با تأمل بر روی ویژگی‌های بیان شده در هر فصل از کتاب و مطالبی که پوشش می‌دهد، آشکار است که موضوعات هر فصل تقریباً مستقل از فصل‌های دیگر تنظیم گردیده است.

نگارنده‌ی این سطور بر این باور است که این رویکرد در تنظیم مطالب کتاب، به استادان گرانقدر این اجازه را می‌دهد که به صورت گزینشی مجموعه‌ای از فصول را که به نظرشان مفید برای ارائه در یک نیم سال دانشگاهی می‌باشد انتخاب نموده و به دانشجویان خود معرفی نمایند.

از نقطه‌نظر دانشجویان عزیز که کاربران اصلی این کتاب به شمار می‌آیند، بهم‌پیوستگی و استقلال فصول این اجازه را می‌دهد که هر کاربر بنا بر ذوق و استعداد خود موضوعات مورد علاقه را مطالعه و کنکاش نماید.

در انتهای سخن لازم می‌داند از کلیه‌ی همکاران ارجمند و دانشجویان عزیزی که مطالب ترجمه شده را مطالعه و با دیده‌ی تیزبین خود بررسی و تحلیل می‌نمایند، تقاضا نماید، کاستی‌ها و غلط‌های احتمالی را که ناگزیر جلوگیری از آن در این حجم میسر نمی‌باشد، گوشزد و اعلام نمایند تا در ویراست‌های بعدی این نقطه نظرات به غایت ارزشمند مورد استفاده قرار گیرد.

همچنین جا دارد از مسئولین مرکز نشر کتاب نیاز که با علاقه‌مندی ویژه به دنبال چاپ و نشر این کتاب بودند و از همسر که با صبر و پشتکار بی‌نظیر تمامی متن کتاب را مطالعه و ویرایش نموده است و نیز سایر فعالان در عرصه‌ی آماده‌سازی این اثر، صمیمانه سپاسگزاری نماید و آرزوی توفیق همگان را در ارائه‌ی خدمات فرهنگی و پژوهشی به جامعه‌ی جوان و پویای دانشجویی کشور که به حق آینده‌سازان شایسته‌ی ایران فردا خواهند بود را از ذات پروردگار دانا مسئلت نماید.

تقدیم به:

یکایک دانشجویان تلاشگر ایران زمین

به ویژه دو فرزندم

پیش‌درآمد

از چاپ نخستین ویراست کتاب شبکه‌های کامپیوتری (رویکرد از فراز به فرود)^۱ در نه سال پیش تا امروز این کتاب به وسیله‌ی انبوهی از مؤسسات آموزش عالی در کشورهای مختلف جهان مورد استفاده قرار گرفته است و به بیش از ده زبان رایج دنیا ترجمه شده است. بیش از یکصد هزار دانشجو و پژوهشگر از مطالب آن بهره گرفته‌اند. یکی از عوامل موفقیت این کتاب را شاید بتوان تلاش در به‌روزرسانی مطالب آن در طول سالیان به شمار آورد.

آنچه در ویراست پنجم این اثر آمده است تغییرات بنیادی در مطالب بعضی از فصل‌ها می‌باشد که متناسب با رشد فناوری در عرصه‌ی شبکه‌های کامپیوتری صورت گرفته است. بدیهی است برخی از فصل‌ها نیز بدون تغییر باقی مانده‌اند. زیرا نیازی به اعمال بازنگری در مطالب آنها احساس نمی‌شد. نقطه‌ی تمرکز این مجموعه بر روی شبکه‌ی جهانی اینترنت و شبکه‌های کامپیوتری نوین است. رویکرد آن از لحاظ بررسی مطالب از فراز به فرود است، به جای آنکه از لایه‌ی اول مدل مرجع همانند بسیاری از کتابها آغاز و به لایه بالاتر پایان پذیرد، روند آن برعکس از بالاترین لایه به لایه‌ی نخست است. علت گزینش عنوان از فراز به فرود نیز چنین بوده است. نقطه‌ی تمرکز دیگر این کتاب هر دو موضوع اصول و عمل می‌باشد.

تغییرات ایجاد شده در فصول کتاب را می‌توان به صورت ذیل برشمرد: در فصل اول موضوعات مربوط به عناوین شبکه‌های کامپیوتری به‌روزرسانی شده و چگونگی دستیابی به شبکه‌های کامپیوتری به ویژه از طریق شبکه‌های کابلی، DSL و **نوری خانگی**^۲ به شبکه‌ی اینترنت جهانی اهمیت بیشتری را از لحاظ پوشش مطالب یافته‌اند. در فصل دوم مطالب مربوط به **کاوش نظیر به نظیر**^۳ که از لحاظ فناوری از رده خارج شده‌اند حذف گردیده و جایگزین آن بخش جدیدی با عنوان **جدول‌های توزیعی به روش در هم ریزی**^۴ شده است.

مطالب مربوط به کنترل تراکم TCP در فصل سوم اکنون براساس موضوعات گرافیکی (ماشین **محدود عملگرا**)^۵ TCP بنا گردیده است. این موضوع سبب شده است مطالب این فصل سازمان یافته تر و از نقطه نظر شفافیت نیز به صورت بهینه نسبت به قبل درآیند. موضوعات و مطالب فصل پنجم کتاب گسترش بیشتری یافته‌اند، از جمله بخش جدیدی با عنوان **شبکه‌های محلی مجازی**^۶ و کاربردهای روزمره‌ی وب به این فصل اضافه گردیده‌اند. این آخرین مورد اضافه شده به فصل پنجم، تمامی فعالیت‌های شبکه و پروتکل‌های عامل در یک تقاضای ساده‌ی واکنشی و نمایش یک صفحه‌ی وب را از یک سرور دورتر نشان می‌دهد. تحقق این واقعیت بیان‌کننده‌ی مطالب فصل‌های قبلی می‌باشد. استانداردها و پروتکل‌های متداول در ارتباط با شبکه‌های سیار تلفنی که چندان کاربردی از لحاظ موضوعی ندارند از متن فصل ششم حذف گردیده و بخش جدیدی در ارتباط با ساختار این شبکه‌ها و نیز چگونگی عملکرد آنها به ویژه در رابطه با اتصال به شبکه‌ی اینترنت و ارائه‌ی خدمات

-
- 1- A top - down - approach
 - 2- Fibre to the home
 - 3- Peer to Peer search
 - 4- Distributed Hash tables
 - 5- Finite - State Machine (FSM)
 - 6- Virtual LAN (VLAN)

اینترنتی به ابزاری همانند بلاک بری، آیفون^۱ و نظایر آن اضافه گردیده است. پوشش امنیت شبکه در فصل هشتم کتاب دستخوش تغییرات بسیار وسیع شده است. مطالب مربوط به اعتبارسنجی انتهای^۲، زنجیره بلوک رمز^۳ و رمزگذاری کلید عمومی^۴ کاملاً دگرگون شده و براساس کاربرد امروز تدوین شده است. از طرفی مطالب مربوط به امنیت پروتکل اینترنت^۵ مجدداً بازنویسی و گسترده‌تر شده تا دربرگیرنده‌ی موضوعات شبکه‌های خصوصی مجازی^۶ نیز گردد.

در سراسر مطالب کتاب، پایان‌بخش هر فصل تمرین‌های کاربردی و مثال‌های آزمایشگاهی آمده است، تا علاقه‌مندان به این شاخه‌ی رو به گسترش و پرطرفدار را هرچه بیشتر اغناء نماید. بدیهی است در طول ارائه‌ی مطالب و موضوعات هر فصل بیان مثال به همراه راه حل‌های مناسب نیز فراموش نشده است.

مطالب این کتاب می‌تواند موضوع درس شبکه‌های کامپیوتری در شاخه‌های علوم کامپیوتر و برق باشد. پیش‌فرض در نظر گرفته شده برای خوانندگان این کتاب آشنایی آنها با یکی از زبان‌های برنامه‌نویسی پیشرفته نظیر C، C++ و یا Java می‌باشد. اگرچه این کتاب از لحاظ موضوعات تحلیلی و پایه‌ای از دقت بیشتری نسبت به کتاب‌های هم ردیف خود برخوردار است، اما به ندرت از روابط و نظریه‌های ریاضی پیچیده و سنگین در این اثر استفاده شده است. از بکارگیری موضوعات پیچیده‌ی ریاضی همانند احتمالات، فرآیندهای تصادفی و معادلات دیفرانسیل پیشرفته و نظایر آن عمداً خودداری شده است. نتیجه‌ی این رویکرد آن است که این اثر می‌تواند نه تنها مناسب تحصیلات تکمیلی، بلکه برای دانشجویان مقطع کارشناسی و افرادی که می‌خواهند خارج از کلاس درس دانش خود را در مورد شبکه‌های کامپیوتری ارتقا دهند نیز سودمند باشد.

مبحث شبکه‌های کامپیوتری بسیار پیچیده و گسترده است زیرا شامل بسیاری از قواعد (پروتکل‌ها) و فن‌آورهایی می‌گردد که به‌گونه‌ای ظریف در یکدیگر تنیده شده‌اند. برای پاسخگویی به این میزان ظرافت و پیچیدگی، بسیاری از کتاب‌های شبکه‌های کامپیوتری غالباً در اطراف لایه‌های ساختاری یک شبکه سازماندهی شده‌اند. در روش سازماندهی لایه‌ای، خوانندگان پیچیدگی شبکه‌های کامپیوتری را درک می‌کنند، آنها اصول بنیادی و پروتکل‌های شبکه را از یکسو یاد می‌گیرند، در حالیکه تصویر بزرگتری از چگونگی قرار گرفتن همه‌ی بخش‌ها در کنار یکدیگر را از سوی دیگر می‌توانند ملاحظه نمایند.

از نقطه‌نظر آموزشی تجربیات شخصی ما نشان می‌دهد که این‌گونه رویکرد لایه‌ای در درک و انتقال مطالب به دانشجویان دارای تأثیر بسزایی است. از طرف دیگر دریافته‌ایم که رویکرد سنتی آموزش شبکه‌های کامپیوتری که از لایه‌ی پائین به لایه‌ی بالاتر است و به عبارت دیگر از لایه‌ی فیزیکی به سمت لایه‌ی کاربرد است، رویکرد مناسبی برای تدریس شبکه‌های کامپیوتری نوین به شمار نمی‌آید. کتاب حاضر ده سال پیش، از این خط قرمز عبور نمود و شبکه‌های کامپیوتری را به‌گونه‌ای از فراز

-
- 1- iPhone 4 , Blackberry Phone
 - 2- End Point authentication
 - 3- Cipher block chaining
 - 4- Public key encryption
 - 5- IPsec
 - 6- Virtual Private Networks (VPNs)

به فرود بررسی نمود. ابتدا از لایه‌ی کاربرد بررسی یک شبکه‌ی کامپیوتری آغاز و سپس با عبور از درون لایه‌های زیرین به سمت لایه‌ی فیزیکی خاتمه می‌یابد.

اظهارنظرهای دریافتی از سوی همکاران و دانشجویان نشان می‌دهد که این رویکرد در سازماندهی مطالب از نقطه‌نظر آموزشی بسیار کارآمد می‌باشد. نخست آن که تاکید آموزش بر روی لایه‌ی کاربردی که هر روز در حال رشد فزاینده است، سبب می‌شود اهمیت تحولات چشمگیر اخیر در حوزه شبکه‌های کامپیوتری و به ویژه وب، **اشتراک فایل نظیر به نظیر**^۱ و شبکه‌های رسانه‌ای و اجتماعی که همگی در لایه‌ی کاربرد سازماندهی می‌شوند، بیشتر مشخص شود. تاکید بر روی اهمیت لایه‌ی کاربرد از همان آغاز سبب شده است که برخلاف سایر کتاب‌ها که بخش کوچکی را به موضوعات بسیار با اهمیت این لایه در انتها اختصاص داده‌اند، برعکس مطالب گسترده و موضوعات حیاتی در ارتباط با این لایه در فصول آغازین گردآوری شود. این رویکرد سبب شده است، در شروع یک کلاس درس شبکه محرکه‌های قدرتمندی جهت ترغیب دانشجویان به اهمیت یادگیری این بخش بسیار مهم فراهم آید. کاربردهایی نظیر **پست الکترونیکی**^۲ و وب گردی که اغلب دانشجویان هر روز به نوعی از آن استفاده می‌کنند، نمونه‌ای از این مهم می‌باشد. هنگامی که یک دانشجو کاربردها را درک نماید آن‌گاه او می‌تواند درک درستی از خدمات شبکه که این‌گونه کاربردها را پشتیبانی می‌کنند، بدست آورد. در پی آن دانشجو می‌تواند انواع مختلف روش‌ها و رویکردهایی که چنین خدماتی را ممکن است فراهم نمایند و نیز چگونگی پیاده‌سازی آنها را در لایه‌های زیرین بررسی نماید. نکته‌ی آخر اینکه رویکرد از فراز به فرود، باعث می‌شود مدرسین نیز با معرفی توسعه‌های انجام شده در حوزه‌ی کاربردی شبکه، دانشجویان را علاقه‌مند به طراحی و خلق نرم‌افزارهای کاربردی و نیز پروتکل‌های مربوط به این سطح از شبکه نمایند. پس از آن دانشجو می‌تواند مراحل پیاده‌سازی و طراحی عوامل مربوط به این نرم‌افزارها را در لایه‌های پائین تر بررسی و تجربه نماید. در رویکرد از فراز به فرود دانشجو به اهمیت **واسط‌های برنامه‌نویسی کاربردی**^۳، مدل‌های خدماتی و پروتکل‌های آنها آشنا می‌شود.

در بخش نخستین کتاب با ارائه‌ی مثال‌های **برنامه‌نویسی پایه (سوکت)**^۴ با استفاده از جاوا ایده‌های بنیادی طراحی برنامه‌های کاربردی را برای خدمات مربوط به این لایه در اختیار خواننده گذارده شده است، بدون آن که نگرانی را از لحاظ درک کدهای بکار گرفته شده برای وی فراهم آورد. دانشجویان مقطع کارشناسی در شاخه‌های مهندسی علوم کامپیوتر و برق قاعدتاً نایبستی از لحاظ درک کدهای جاوا دچار نگرانی شوند.

دو ویژگی این اثر، رویکرد از فراز به فرود آن و دیگری تمرکز بر شبکه‌ی اینترنت می‌باشد. دامنه شبکه‌های کامپیوتری در حال حاضر دارای چنان رشد و بالندگی است که چندین موضوع مهم و بنیادی را می‌توان به آن پیوند داد. به عنوان نمونه، در لایه‌ی انتقال، موضوعات اساسی عبارتند از ارتباط و انتقال قابل اطمینان و مؤثر از طریق یک لایه‌ی نامطمئن شبکه، چگونگی ایجاد و قطع ارتباط، موارد مربوط به **دست‌دهی**^۵، کنترل تراکم ترافیک و کنترل جریان اطلاعات و سرانجام مالتی‌پلکس اطلاعات. دو موضوع مهم و اساسی لایه‌ی شبکه شامل مواردی نظیر **گزینه‌ی بهترین مسیر** بین دو

1- Peer to Peer file sharing

2- E-mail

3- Application Programming Interfaces (APIs)

4- Socket programming

5- Hand shaking

مسیریاب (روتر) و ارتباط بین تعداد زیادی شبکه از نوع واگرا^۱ (غیر هم نام) می‌باشد. در لایه پیوند داده‌ها مانع اساسی، اشتراک یک مسیر ارتباطی چندگانه است. در ارتباط با موضوع امنیت شبکه، موضوعات مربوط به محرمانه نگاه داشتن پیوندهای شبکه، اعتبارسنجی و حفظ یکپارچگی پیام، همگی براساس اصول رمزگذاری بنا نهاده شده است. اگرچه آنچه امروز آموزش داده می‌شود براساس شبکه‌های کامپیوتری موجود است که به شکل مستمر با روند فناوری تجهیزات دستخوش تغییر می‌شوند و در نتیجه پروتکل‌ها و استانداردها ممکن است همانند پیشینیان خود به سرعت از گردونه خارج شوند، اما اصولی که این موضوعات را در هسته‌ی خود نگهداری می‌کنند همواره مهم و بدون تغییر باقی می‌مانند. بنابراین عقیده، بر این باوریم که ترکیبی از استفاده‌ی اینترنت که سبب قرار گرفتن دانشجویان در انبوه موضوعات شبکه می‌شود به همراه تاکید بر اصول بنیادی شبکه و اصول راهبردی آن این امکان را برای ایشان فراهم می‌آورد که به سرعت هر فناوری شبکه را بتوانند تجزیه و تحلیل نمایند.

در پایان لازم است از همگان که با کمک‌های فکری ارزشمند و تأثیرگذار خویش سبب شدند تا مطالب این کتاب به بهترین و شایسته‌ترین شکل ممکن سازماندهی گردد، سپاسگزاری می‌شود. این سپاس به سمت همه استادان و دانشجویان مؤسسات آموزشی سراسر گیتی نیز روانه می‌گردد، و سرانجام سپاس صمیمانه را بایستی به سوی همه‌ی اعضا و کارکنان مؤسسه‌ی نشر آدیسن و سلی نیز گسترش داد زیرا بدون تلاش و حمایت آنها این مهم انجام پذیر نمی‌شد.

جیمز. اف. کراس

کیت. دبلیو. راس

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۳	سخن مترجم.....
۵	پیش درآمد.....
۱۵	فصل ۱ / شبکه‌های کامپیوتری و اینترنت.....
۱۶	۱-۱ اینترنت چیست؟.....
۲۰	۲-۱ تعریف خدمات.....
۲۲	۳-۱ پروتکل چیست؟.....
۲۴	۴-۱ نیش شبکه.....
۲۵	۵-۱ برنامه‌های مشتری و سرور.....
۲۶	۶-۱ شبکه‌های دستیابی.....
۳۶	۷-۱ رسانه فیزیکی.....
۳۹	۸-۱ هسته‌ی مرکزی شبکه.....
۴۷	۹-۱ چگونگی عبور بسته‌ها از درون PSN.....
۴۹	۱۰-۱ شبکه زیرساخت اینترنت و ISP ها.....
۵۱	۱۱-۱ تأخیر، تضعیف و بازدهی در شبکه‌های PSN.....
۵۵	۱۲-۱ تأخیر صف و ائتلاف بسته‌ها.....
۵۷	۱۳-۱ تأخیر دو نقطه‌ی انتهایی.....
۵۹	۱۴-۱ بازدهی شبکه‌های کامپیوتری.....
۶۲	۱۵-۱ لایه‌های پروتکلی و مدل‌های خدمات آنها.....
۶۹	۱۶-۱ پیام‌ها، قطعه‌ها، داده گرام‌ها و قاب‌ها.....
۷۰	۱۷-۱ شبکه در تهدید.....
۸۳	فصل ۲ / لایه‌ی کاربرد.....
۸۴	۱-۲ اصول کاربردهای شبکه.....
۸۸	۲-۲ محاوره‌ی پردازش‌ها.....
۹۰	۳-۲ خدمات انتقال در دسترس کاربردها.....
۹۳	۴-۲ خدمات انتقال در اینترنت.....
۹۷	۵-۲ پروتکل‌های لایه کاربرد.....
۹۸	۶-۲ وب و پروتکل انتقال فرامتن.....
۱۰۴	۷-۲ قالب بندی پیام HTTP.....
۱۰۹	۸-۲ تعامل کاربر و سرور: cookies.....
۱۱۱	۹-۲ نهان سازی وب.....
۱۱۶	۱۰-۲ سرپیام GET شرطی.....
۱۱۷	۱۱-۲ انتقال فایل FTP.....

۱۲۰	۱۲-۲ پست الکترونیکی در اینترنت
۱۳۱	۱۳-۲ خدمات دفترچه راهنمای اینترنت (DNS)
۱۴۰	۱۴-۲ پیام‌ها و سوابق DNS
۱۴۶	۱۵-۲ کاربردهای نظیر به نظیر (P2P)
۱۵۰	۱۶-۲ تَن‌دَآب بیت (بیت تُرنت)
۱۵۳	۱۷-۲ جداول درهم توزیع شده
۱۵۶	۱۸-۲ جدول توزیع آمیزش چرخشی
۱۵۸	۱۹-۲ تحرکات نظیر
۱۵۹	۲۰-۲ موضوع مطالعاتی: تلفن اینترنتی P2P و Skype
۱۶۱	۲۱-۲ برنامه‌نویسی سوکت با TCP
۱۶۴	۲۲-۲ نمونه‌ای از کاربرد مشتری-سرور در جاوا
۱۷۱	۲۳-۲ برنامه‌نویسی سوکت با UDP
۱۸۳	فصل ۳ / لایه‌ی انتقال
۱۸۴	۱-۳ خدمات لایه‌ی انتقال
۱۸۸	۲-۳ تسهیم (مالتی پلکس)
۱۹۴	۳-۳ پوشش پورت
۱۹۵	۴-۳ انتقال غیراتصال‌گرا (UDP)
۱۹۸	۵-۳ ساختار قطعه‌ی UDP
۲۰۰	۶-۳ اصول انتقال مطمئن داده
۲۰۲	۷-۳ طراحی پروتکل انتقال مطمئن داده
۲۱۲	۸-۳ پروتکل‌های خط لوله‌ی انتقال مطمئن داده
۲۱۵	۹-۳ روش بازگشت به عقب (Go-Back-N) (GBN)
۲۲۰	۱۰-۳ تکرار گزینشی (SR)
۲۲۶	۱۱-۳ انتقال اتصال‌گرای (TCP)
۲۳۱	۱۲-۳ تلنت موضوع مطالعه شماره‌های ردیف و تأیید
۲۳۳	۱۳-۳ تخمین زمان‌های خروج و دوره‌ی رفت و برگشت
۲۳۶	۱۴-۳ انتقال مطمئن داده
۲۳۸	۱۵-۳ بررسی چند مورد جالب
۲۴۴	۱۶-۳ کنترل جریان
۲۴۶	۱۷-۳ مدیریت ارتباط TCP
۲۵۱	۱۸-۳ تهاجم سیلابی SYN
۲۵۳	۱۹-۳ اصول کنترل تراکم
۲۵۹	۲۰-۳ رویکردهای کنترل تراکم
۲۶۰	۲۱-۳ کنترل تراکم ATMABR
۲۶۲	۲۲-۳ کنترل تراکم TCP
۲۷۱	۲۳-۳ تعادل در ارتباط‌های TCP
۲۸۱	فصل چهارم / لایه‌ی شبکه
۲۸۲	۱-۴ خدمات و عملکردهای لایه‌ی شبکه
۲۸۶	۲-۴ الگوی خدمات شبکه

۲۸۹.....	۳-۴ شبکه‌های مدار مجازی و داده‌گرام
۲۹۶.....	۴-۴ ساختمان درونی مسیریاب (روتر)
۲۹۷.....	۵-۴ درگاه‌های ورودی
۲۹۹.....	۶-۴ شبکه‌ی راهیابی مسیریاب
۳۰۲.....	۷-۴ درگاه‌های خروجی
۳۰۶.....	۸-۴ پروتکل اینترنت (IP): گسیل به جلو و آدرس‌دهی در اینترنت
۳۱۳.....	۹-۴ آدرس‌دهی IPv4
۳۲۸.....	۱۰-۴ پروتکل کنترل پیام اینترنت (ICMP)
۳۳۲.....	۱۱-۴ پروتکل آدرس‌دهی IP نسخه‌ی ۶ (IPv6)
۳۳۵.....	۱۲-۴ گذر از پروتکل IPv4 به IPv6
۳۳۹.....	۱۳-۴ گذری کوتاه در امنیت IP
۳۴۰.....	۱۴-۴ الگوریتم‌های مسیریابی
۳۴۳.....	۱۵-۴ الگوریتم مسیریابی وضعیت پیوند (LS)
۳۴۴.....	الگوریتم وضعیت پیوند (LS) برای گره‌ی مبدا:
۳۴۸.....	۱۶-۴ الگوریتم مسیریابی بردار فاصله (DV)
۳۵۵.....	۱۷-۴ مقایسه‌ی دو الگوریتم مسیریابی LS و DV
۳۵۷.....	۱۸-۴ مسیریابی سلسله‌مراتبی
۳۶۱.....	۱۹-۴ مسیریابی در اینترنت
۳۶۵.....	۲۰-۴ مسیریابی درونی سیستم خودمختار در اینترنت (OSPF)
۳۶۸.....	۲۱-۴ مسیریابی بین سیستم‌های خود مختار (BGP)
۳۷۴.....	۲۲-۴ مسیریابی فرابخش و چندپخش
۳۸۰.....	۲۳-۴ چندپخش
۳۹۳.....	فصل پنجم / لایه‌ی پیوند داده‌ها و شبکه‌های محلی
۳۹۵.....	۱-۵ لایه‌ی پیوند: معرفی و خدمات
۳۹۸.....	۲-۵ مکان پیاده‌سازی لایه‌ی پیوند
۴۰۰.....	۳-۵ روش‌های آشکارسازی و تصحیح خطا
۴۰۶.....	۴-۵ پروتکل‌های دستیابی چندگانه
۴۲۱.....	۵-۵ آدرس‌دهی لایه‌ی پیوند
۴۲۳.....	پروتکل بازیابی آدرس (ARP)
۴۲۸.....	۶-۵ پروتکل اترنت
۴۳۳.....	۷-۵ پروتکل دستیابی چندگانه‌ی اترنت (CSMA/CD)
۴۳۹.....	۸-۵ راهیاب‌های لایه‌ی پیوند
۴۴۳.....	ویژگی‌های راهیابی لایه‌ی پیوند
۴۴۴.....	۹-۵ مقایسه‌ی راهیاب‌ها و مسیریاب‌ها
۴۴۶.....	۱۰-۵ شبکه‌های محلی مجازی (VLANs)
۴۵۰.....	۱۱-۵ پروتکل نقطه به نقطه (PPP)
۴۵۵.....	۱۲-۵ مجازی سازی پیوند: عملکرد یک شبکه در قالب لایه‌ی پیوند
۴۵۹.....	۱۳-۵ یک مثال ساده‌ی وب‌گردی

۴۷۱.....	فصل ششم / شبکه‌های سیار و بی‌سیم
۴۷۲.....	۱-۶ ارتباطات بی‌سیم و تحرک
۴۷۶.....	۲-۶ ویژگی‌های پیوندهای بی‌سیم شبکه
۴۸۰.....	۳-۶ دست‌یابی چندگانه‌ی تقسیم رمز (CDMA)
۴۸۴.....	۴-۶ شبکه‌های محلی بی‌سیم پروتکل 802.11 (WiFi)
۴۹۰.....	۵-۶ پروتکل MAC در 802.11
۴۹۶.....	۶-۶ قاب داده‌ی IEEE 802.11
۴۹۹.....	۷-۶ تحرک و جابه‌جایی در یک زیرشبکه‌ی IP مشابه
۵۰۲.....	۸-۶ فراتر از پروتکل‌های 802.11: بلوتوث و WiMAX
۵۰۶.....	۹-۶ دست‌یابی اینترنت به شیوه‌ی سلولی
۵۱۳.....	۱۰-۶ مدیریت جابه‌جایی
۵۱۷.....	۱۱-۶ مسیره‌ی به یک گره‌ی سیار
۵۲۲.....	۱۲-۶ پروتکل IP سیار
۵۲۶.....	۱۳-۶ مدیریت تحرک در شبکه‌های سلولی
۵۲۷.....	۱۴-۶ مسیره‌ی مکالمه‌ها به یک کاربر سیار
۵۳۰.....	۱۵-۶ تعویض در GSM
۵۳۳.....	۱۶-۶ بی‌سیم و تحرک: تاثیر پروتکل‌های لایه‌ی بالاتر
۵۴۱.....	فصل هفتم / شبکه‌های چندرسانه‌ای
۵۴۲.....	۱-۷ کاربردهای چندرسانه‌ای شبکه
۵۴۵.....	۲-۷ موانع فعلی چندرسانه‌ای در شبکه‌ی اینترنت
۵۴۹.....	۳-۷ فشرده‌سازی صدا و تصویر
۵۴۹.....	۱- فشرده‌سازی صدا در اینترنت
۵۵۱.....	۲- فشرده‌سازی تصویر در اینترنت
۵۵۱.....	۴-۷ پخش فایل‌های صدا و تصویر ذخیره‌سازی شده
۵۶۲.....	۵-۷ بهره‌گیری از امکان خدمات بهترین تلاش
۵۷۲.....	۶-۷ توزیع چندرسانه‌ای در حال حاضر در اینترنت: شبکه‌های توزیع تصاویر (محتوا)
۵۷۶.....	۷-۷ ابعادگذاری شبکه‌های بهترین تلاش به منظور تأمین کیفیت خدمات (QoS)
۵۷۷.....	۸-۷ پروتکل‌های کاربردهای تعامل‌گرا و بی‌درنگ
۵۷۷.....	۱- پروتکل RTP
۵۸۲.....	۹-۷ پروتکل کنترل RTP
۵۸۳.....	۱- انواع بسته‌ی RTCP
۵۸۴.....	۲- مقیاس‌دهی پهنای باند RTCP
۵۸۵.....	۱۰-۷ پروتکل SIP
۵۸۶.....	۱- برقراری یک ارتباط مکالمه‌ای با یک آدرس IP شناخته شده
۵۸۸.....	۲- آدرس SIP
۵۸۹.....	۳- پیام‌های SIP
۵۸۹.....	۴- ترجمه‌ی نام و مکان کاربر
۵۹۲.....	۱۱-۷ پروتکل H.323
۵۹۴.....	۱۲-۷ تأمین کلاس‌های چندگانه‌ی خدمات
۵۹۵.....	۱۳-۷ موارد گوناگون خدمات اینترنت

۵۹۵.....	سناریوی ۱: یک کاربرد صوتی 1Mbps و یک انتقال FTP
۵۹۶.....	سناریوی ۲: یک کاربرد صوتی 1Mbps با یک انتقال FTP الویت بالا
۵۹۷.....	سناریوی ۳: عملکرد نامتعارف کاربرد صوتی و یک انتقال FTP
۵۹۹.....	۷-۱۴ الگوریتم‌های زمان‌بندی و نظارت
۶۰۰.....	۱- الگوریتم زمان‌بندی FIFO
۶۰۱.....	۲- الگوریتم صف‌بندی اولویت‌دار
۶۰۲.....	۳- الگوریتم صف‌بندی توزین عادلانه (WFQ)
۶۰۷.....	۷-۱۵ رویکرد Diffserv
۶۰۹.....	۲- طبقه‌بندی ترافیک Diffserv و اعمال کنترل آن
۶۱۰.....	۳- الگوی رفتار انفرادی مسیریاب
۶۱۱.....	۴- اهمیت Diffserv
۶۱۲.....	۷-۱۶ تأمین ضمانت‌های QoS
۶۱۳.....	۱- مثال دو کاربرد صوتی رقیب
۶۱۴.....	۲- ذخیره و اختصاص منابع، پذیرش ارتباط، برقراری ارتباط
۶۱۷.....	۳- ضمانت QoS تأمین شده در اینترنت: دو پروتکل RSVP , Intserv
۶۱۸.....	۷-۱۷ اصول وضعیت نرم

۶۲۵..... فصل هشتم / امنیت در شبکه‌های کامپیوتری

۶۲۶.....	۸-۱ امنیت شبکه چیست؟
۶۲۹.....	۸-۲ اصول رمزگذاری
۶۳۰.....	۸-۳ رمزگذاری کلید متقارن
۶۳۸.....	۸-۴ سیستم رمزگذاری کلید عمومی
۶۴۴.....	۸-۵ یکپارچگی پیام و اعتبارسنجی نقطه‌ی انتهایی
۶۴۷.....	۸-۶ کد اعتبارسنجی پیام
۶۴۹.....	۸-۷ امضای دیجیتالی
۶۵۳.....	۸-۸ گواهی کلید عمومی
۶۵۶.....	۸-۹ اعتبارسنجی نقطه‌ی انتهایی
۶۶۱.....	۸-۱۰ تأمین امنیت پست الکترونیکی (ایمیل)
۶۶۸.....	۸-۱۱ ارتباط‌های ایمن SSL:TCP
۶۷۰.....	۱- دست‌دهی
۶۷۱.....	۲- کشف کلید
۶۷۱.....	۳- انتقال داده
۶۷۳.....	۴- رکوردهای SSL
۶۷۳.....	۸-۱۲ تصویر کامل‌ترین SSL
۶۷۵.....	۸-۱۳ امنیت لایه‌ی شبکه (VPN , IPsec)
۶۷۷.....	پروتکل‌های AH و ESP
۶۷۹.....	۸-۱۴ داده گرام IPsec
۶۸۳.....	۸-۱۵ مدیریت کلید در IPsec: (IKE)
۶۸۴.....	۸-۱۶ تأمین امنیت شبکه‌های محلی بی‌سیم (WLAN)
۶۸۶.....	۸-۱۷ پروتکل IEEE802.11i
۶۸۸.....	۸-۱۸ عملیات امنیتی: دیواره‌های آتش و سیستم‌های آشکارساز تهاجم (IDS)

۶۸۹.....	۱- دیواره‌های آتش (فایروال)
۶۹۶.....	۸-۱۹ پیشینه‌ی تاریخی محرمانگی و حریم خصوصی
۶۹۷.....	۸-۲۰ سیستم‌های آشکارساز تهاجم (IDS).....
۶۲۶.....	فصل نهم / مدیریت شبکه‌های کامپیوتری.....
۶۲۶.....	۹-۱ مدیریت شبکه چیست؟
۶۳۰.....	۹-۲ زیرساخت لازم برای مدیریت شبکه
۶۳۳.....	۹-۳ اصول در عمل - مرکز عملیات شبکه SPRINTLINKS
۶۳۳.....	۹-۴ چارچوب مدیریت استاندارد اینترنت
۶۳۵.....	۹-۵ ساختار مدیریت اطلاعات (SIM)
۶۳۹.....	۹-۶ مبنای مدیریت اطلاعات (MIB)
۶۴۱.....	۹-۷ عملیات پروتکل SNMP و نگاشت‌های انتقال
۶۴۴.....	۹-۸ مدیریت و امنیت
۶۴۶.....	۹-۹ پروتکل ASN.1
۶۵۱.....	۹-۱۰ نتیجه‌گیری
۶۵۳.....	یادداشتی بر آدرس‌های مراجع URL