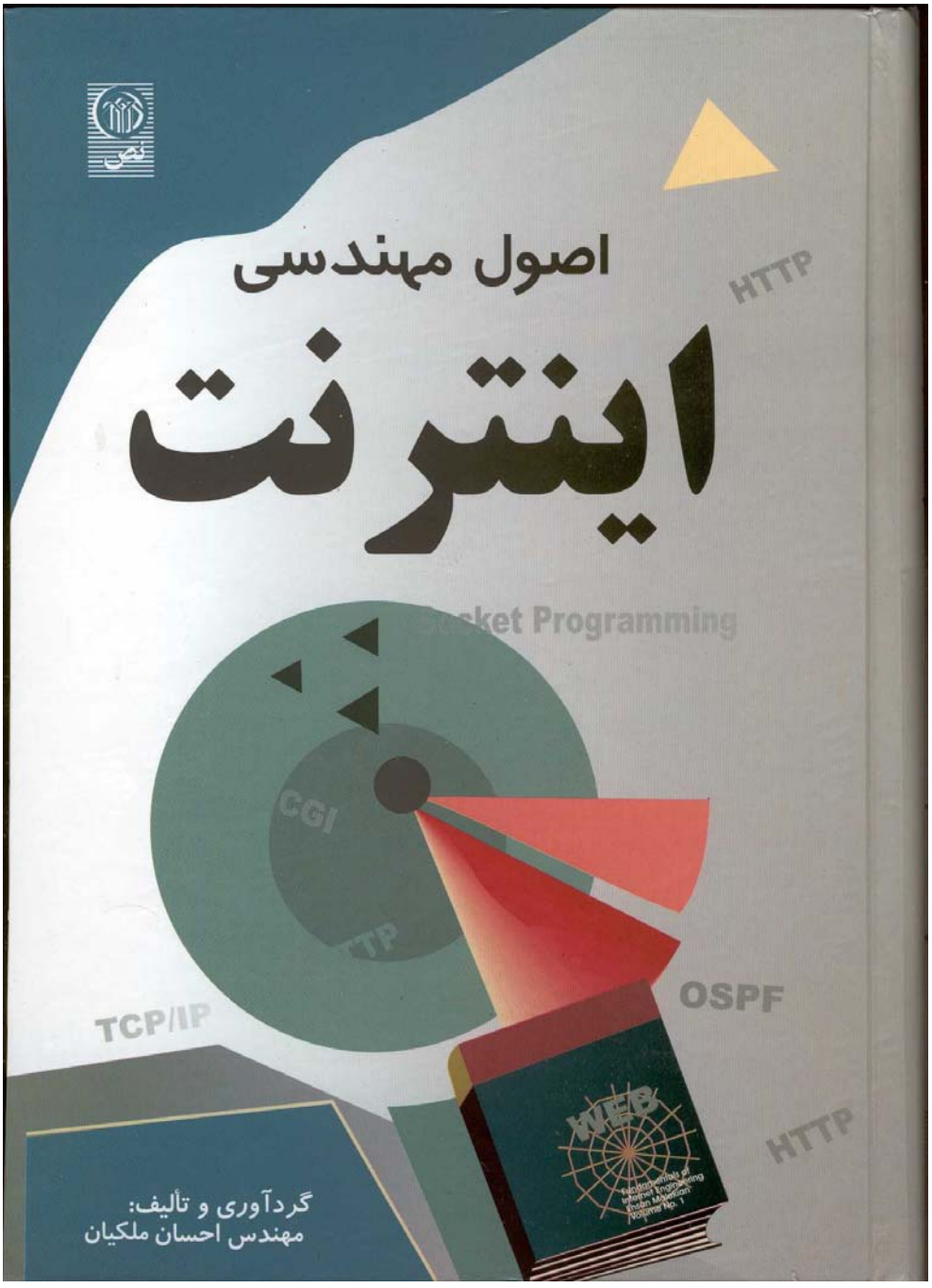
اصول مهندسی

اینترنت



گردآوری و تألیف:
مهندس احسان ملکیان

۱) مقدمه

در فصول گذشته ساختار پروتکلهای TCP و IP را بررسی کردیم و طریقه آدرس‌دهی ماشینها و پروسه های روی هر ماشین را بوسیله آدرس IP و آدرس پورت آموختیم. معمولاً پیاده‌سازی این پروتکلها توسط طراح هر سیستم عامل انجام و بعنوان جزئی از سیستم عامل همراه آن ارائه و نصب می‌شود. در سیستم عامل هایی مثل یونیکس یا MS-Windows که اصل[۱] برنامه آن در دسترس نیست این انعطاف وجود ندارد که بتوان در محیطهای آزمایشگاهی برنامه های TCP و IP یا پروتکلهای مرتبط با آنها را تغییراتی داد و نتیجه تغییرات را بررسی و تحلیل کرد لذا نظر علاقمندان به این مورد را به سیستم عامل " لینوکس" جلب می‌نمائیم.

حال فرض می‌کنیم یک برنامه نویس بخواهد در یک محیط برنامه نویسی مثل C بگونه ای برنامه نویسی کند که محتویات یک فایل درون یک کامپیوتر راه دور را تغییر بدهد یا آنرا روی کامپیوتر خودش منتقل نماید یا فرض کنید یک برنامه نویس موظف شده است که یک محیط پست الکترونیکی خاص و با امکانات ویژه برای بکارگیری در یک محیط اداری طراحی نماید. برای طراحی چنین برنامه هایی که تماماً در لایه چهارم یعنی لایه کاربرد تعریف می‌شود برنامه نویس باید به نحوی با مفاهیم برنامه نویسی تحت شبکه آشنا باشد.

در این فصل اصول کلی برنامه نویسی شبکه و مفهوم "سوکت"[۲] را مورد بررسی قرار می‌دهیم و با مثالهای ساده روش نوشتن برنامه های کاربردی تحت پروتکل TCP/IP را تشریح خواهیم کرد. برای سادگی کار و همچنین ارائه دید عمیق ، کدهائی که در این فصل ارائه می‌شوند به زبان C هستند که در محیط سیستم عامل لینوکس و با مترجم **gcc** به زبان ماشین ترجمه شده‌اند.

در حقیقت این فصل نقطه آغازی است برای تمام برنامه نویسانی که به نحوی مجبور خواهند شد برنامه کاربردی تحت شبکه اینترنت بنویسند.

سنگ بنای تمام برنامه های کاربردی لایه چهارم مفهومی بنام سوکت است که این مفهوم توسط طراحان سیستم عامل یونیکس به زیبایی به منظور برقراری ارتباط برنامه های تحت شبکه و تبادل جریان داده بین پروسه ها ابداع شد و در این فصل باید مفهوم آنرا کالبد شکافی کنیم.

شاید شما این جمله را شنیده باشید **"در دنیای یونیکس هر چیزی می‌تواند بصورت یک فایل تلقی و مدل شود"**. تمام عوامل و انواع ورودی و خروجیها (I/O) می‌تواند توسط سیستم فایل مدل شود. مثلاً چاپگر می‌تواند یک فایل باشد (مثلاً فایلی با نام PRN). حال وقتی سیستم عامل چاپگر را بصورت یک فایل استاندارد مدل کرده باشد شما با مفاهیمی که از فایلها و چگونگی بکارگیری آنها در محیط برنامه نویسی آموخته اید، برای راه اندازی چاپگر و چاپ یک متن، می‌توانید در برنامه خود عملیات ساده و در عین حال استاندارد زیر را انجام بدهید:

الف) چاپگر را همانند یک فایل با نام استاندارد آن بصورت فایلی **"فقط نوشتنی"** باز می‌کنید. (با دستورات open() یا fopen()).

ب) اگر نتیجه مرحله قبل موفقیت آمیز بود سیستم عامل یک مشخصه فایل[۳] بعنوان اشاره گر فایل

---

[۱] Source
[۲] Socket
[۳] File Descriptor

برمی‌گرداند.

ج) داده‌هائی که قرار است بر روی چاپگر ارسال شوند را با همان دستورات معمولی نوشتن در فایل (دستور معمولی ()write یا ()fwrite) ، درون فایل باز شده از مرحله قبل می‌نویسید.

د) پس از اتمام کار فایل را می‌بندید. (دستور ()close یا ()fclose)

کلیت کاری که باید انجام بشود همین چند مرحله است و برنامه نویس به هیچ عنوان درگیر ساختار چاپگر و اعمالی که برای راه اندازی و چاپ یک متن لازم است نخواهد شد. این وظائف را راه انداز چاپگر بعنوان بخشی از پوسته سیستم عامل بعهده دارد.

چهار مرحله‌ای که برای بکارگیری چاپگر معرفی شد دقیقا میتواند برای نوشتن بر روی صفحه نمایش یا خواندن از آن مورد استفاده قرار گیرد ، فقط باید نام فایل صفحه نمایش "کنسول" (con) در نظر گرفته شود.

یونیکس قادر است تمام دستگاههای ورودی و خروجی را بعنوان فایل مدل نماید. بنابراین تمام عملیاتی که برنامه نویس برای بکارگیری دستگاههای مختلف بایستی بداند و بکار بگیرد یکسان و ساده و شفاف خواهد بود. آیا می‌توانید گزاره های زیر را بپذیرید:

- چاپگر فایلی است فقط نوشتنی
- پویشگر[۱] فایلی است فقط خواندنی
- صفحه نمایش بعنوان کنسول فایلی است خواندنی و نوشتنی
- پورت سریال فایلی است خواندنی و نوشتنی
- یک فایل واقعی روی دیسک سخت فایلی است خواندنی و نوشتنی
- یک فایل واقعی روی دیسک فشرده فایلی است فقط خواندنی
- صف FIFO یا خط لوله[۲] در محیط یونیکس فایلهایی هستند خواندنی و نوشتنی

حال که ذهن شما این نکته را پذیرفت که هر نوع I/O در دنیای سیستم عامل بصورت یک فایل استاندارد قابل عرضه و مدل کردن است ، شما را با یک سوال کلیدی مواجه می‌کنیم :

"آیا ارتباط دو کامپیوتر روی شبکه و مبادله اطلاعات بین آن دو، ماهیت ورودی / خروجی (I/O) ندارد؟"

اگر جوابتان منفی است این فصل را رها کنید ولی اگر تردید دارید یا یقیناً جوابتان مثبت است تا انتها این فصل را دنبال نمایید.

اگر ساختار فایل را برای ارتباطات شبکه ای تعمیم بدهیم آنگاه برای برقراری ارتباط بین دو برنامه روی کامپیوترهای راه دور روال زیر پذیرفتنی است :

الف) در برنامه خود از سیستم عامل بخواهید تا شرایط را برای برقراری یک "ارتباط" با کامپیوتری خاص (با آدرس IP مشخص) و برنامه ای خاص روی آن کامپیوتر (با آدرس پورت مشخص) فراهم کند یا اصطلاحاً سوکتی را بگشاید. اگر این کار موفقیت آمیز بود سیستم عامل برای شما یک اشاره گر

---

۱ Scanner
۲ Pipe

فایل برمی‌گرداند و در غیر اینصورت طبق معمول مقدار پوچ (NULL) به برنامه شما برخواهد گرداند.

ب) در صورت موفقیت آمیز بودن عمل در مرحله قبل ، بـه همـان صورتـی کـه درون یـک فـایل می‌نویسید یا از آن می‌خوانید ، می‌توانید با توابـع send() [یـا write()] و recv() [یـا read()] اقـدام بـه مبادله داده‌ها بنمائید.

ج) عملیات مبادله داده‌ها که تمام شد ارتباط را همانند یک فایل معمولی ببندید. (با تابع close())

برای آنکه در برنامه خود همانند فایل یک "اشاره گر ارتبـاط" را از سیسـتم عـامل طلـب کنیـد تـا برایتان مقدمات یک ارتباط را فراهم کند بایستی تابع سیستمی socket() را در برنامه خود صـدا بزنیـد. درصورتی که عمل موفقیت آمیزبود ، یک اشاره‌گر غیر پوچ بر می‌گردد که از آن برای فراخوانی توابـع و روالهای بعدی استفاده خواهد شد.

پس از این هرگاه از "سوکت باز" یا مبادله داده‌ها روی سوکت یاد کردیم منظورمان اشاره بـه یـک ارتباط باز یا مبادله اطلاعات بین دو نقطه TSAP[1] روی دو سیستم شبکه کامپیوتری می‌باشد.

دقیقاً همانند فایلها که میتوان همزمان چندین فایل را در یک برنامه واحد باز کرد و روی هر یک از آنها (با استفاده از اشاره گر فایل) نوشت یا از آنها خواند، در یک برنامه تحـت شـبکه می‌تـوان بطـور همزمان چندین ارتباط فعال و باز داشت و با مشخصه هر یک از این ارتباطـها روی هـر کـدام از آنـها مبادله داده انجام داد.

۲) انواع سوکت و مفاهیم آنها

اگر بخواهیم از نظر اهمیت انواع سوکت را معرفی کنیم دو نوع سوکت بیشتر وجود نـدارد. (انـواع دیگری هم هستند ولی کم اهمیت ترند). این دو نوع سوکت عبارتند از :

- سوکتهای نوع استریم که سوکتهای اتصال گرا[2] نامیده می‌شود.
- سوکتهای نوع دیتاگرام کـه سـوکتهای بـدون اتصـال[3] نـامیده میشـود.

اگر عادت به پیش داوری دارید برای تمایز بین مفهوم این دو نـوع سـوکت، تفـاوت بیـن مفـاهیم ارتباط نوع TCP و UDP را مد نظر قرار بدهید. روش ارسال برای سوکتهای نـوع اسـتریم همـان روش TCP است و بنابراین داده‌ها با رعایت ترتیب و مطمئن بـا نظـارت کـافی برخطاهـای احتمـالی مبادلـه می‌شوند. سوکتهای نوع دیتاگرام نامطمئن است و هیچگونه تضمینی در ترتیب جریـان داده‌هـا وجـود ندارد.

اکثر خدمات و پروتکلهائی که در لایه چهارم تعریف شده‌اند و در فصـول بعـدی آنـها را بررسـی می‌کنیم نیازمند حفظ اعتبار و صحت داده‌ها و همچنین رعایت ترتیب جریـان داده‌هـا هسـتند. بعنـوان مثال پروتکل انتقال فایل (FTP)، پروتکل انتقال صفحات ابرمتن (HTTP) یا پروتکل انتقال نامـه هـای الکترونیکی (SMTP) همگی نیازمند برقراری یک ارتباط مطمئن هستند و طبعاً از سوکتهای نوع استریم بهره می‌برند.

---

[1] Transport Service Access Point
[2] Connection Oriented
[3] Connectionless

همانگونه که قبلاً در مورد پروتکل TCP آموختیم پروتکلی است که داده‌ها را با رعـایت ترتیـب و خالی از خطا مبادله می‌نماید و پروتکل IP که در لایه زیرین آن واقع است بـا مسـیریابی بسـته‌ها روی شبکه سروکار دارد. سوکتهای نوع استریم دقیقاً مبتنی بر پروتکـل TCP بـوده و طبیعتـاً قبـل از مبادلـه داده‌ها باید یک اتصال[۱] به روش دست‌تکانی سه‌مرحله‌ای[۲] برقرار بشود.

سوکتهای نوع دیتاگرام مبتنی بر پروتکل UDP است و بدون نیاز به برقراری هیچ ارتباط و یا اتصال ، داده‌ها مبادله میشوند و بنابراین تضمینی بررسیدن داده‌ها ، صحت داده‌هـا و تضمیـن ترتیـب داده‌هـا وجود ندارد ولی با تمام این مشکلات باز هم در برخی از کاربردها مثل انتقال صدا و تصویر یا سیستم DNS که قبلاً آنرا بررسی کردیم مورد استفاده قرار می‌گیرد. تنها حسن این روش سرعت انتقال داده‌هـا می‌باشد.

در حقیقت شما با استفاده از سوکتها میخواهید یک ابزار برای استفاده از پروتکلهای TCP یـا UDP در اختیار داشته باشید.

" سوکت یک مفهوم انتزاعی از تعریـف ارتبـاط در سـطح برنامه‌نویسـی خواهـد بـود و برنامه‌نویس با تعریف سوکت عملاً تمایل خود را برای مبادله داده‌ها به سیستم عامل اعـلام کرده و بدون درگیر شدن با جزئیات پروتکل TCP یا UDP از سیستم عامل می‌خواهـد تـا فضا و منابع مورد نیاز را جهت برقراری یک ارتباط ، ایجاد کند."

۳) مفهوم سرویس دهنده /مشتری[۳]

دربرنامه نویسی شبکه این نکته قابل توجه است که هر ارتباطی دو طرفه می‌باشد یعنی عملاً ارتباط مابین دو پروسه تعریف می‌شود لذا طرفین ارتباط بایستی در لحظه شروع تمایل خـود را بـرای مبادلـه داده‌ها به سیستم عامل اعلام کرده باشند. در هر ارتباط یکـی از طرفیـن ، شـروع کننـده ارتبـاط تلقـی می‌شود و طرف مقابل در صورت آمادگی این ارتباط را می‌پذیرد. در صورت پذیـرش ارتبـاط، مبادلـه داده‌ها امکان پذیر خواهد بود. اگر برنامه‌ای را که شروع کننده ارتباط است ، "برنامـه مشـتری" بنـامیم قاعدتاً برنامه‌ای که این ارتباط را می‌پذیرد (و منتظر آن بوده) "سرویس دهنده" نام خواهد گرفت.

تعریف عمومی: مشتری (Client) پروسه‌ای است که اصولاً نیازمند مقداری اطلاعات اسـت. سرویس دهنده (Server) پروسه ای است که اطلاعاتی را در اختیار دارد و تمـایل دارد تـا این اطلاعات را به اشتراک بگذارد و منتظر می‌مـاند تـا یـک متقـاضی ، واحـدی از ایـن اطلاعات را طلب کند و او آنرا تحویل بدهد.

---

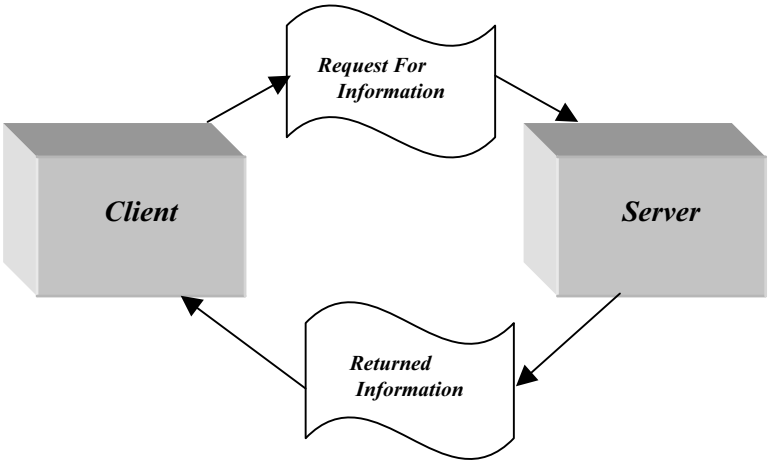
[۱] Connection
[۲] Tree Way Handshake
[۳] Client/Server

بعنوان مثال وقتی سخن از سرویس دهنده وب[۱] در میان است در یک عبارت ساده ، منظور سیستمی است که اطلاعاتی را در قالب صفحات وب[۲] در اختیار دارد و در عین حال منتظر است که کسی تقاضای یکی از این صفحات را نموده و او این درخواست را اجابت کرده و داده‌های لازم را در پاسخ به این تقاضا ارسال نماید.

برنامه سمت سرویس دهنده[۳] برنامه‌ای است که روی ماشین سرویس‌دهنده نصب میشود و منتظر است تا تقاضائی مبنی بر برقراری یک ارتباط دریافت کرده و پس از پردازش آن تقاضا ، پاسخ مناسب را ارسال نماید بنابراین در حالت کلی برنامه سرویس دهنده شروع کننده یک ارتباط نیست.

در طرف مقابل برنامه های سمت مشتری[٤] هستند که بنابر نیاز ، اقدام به درخواست اطلاعات می‌کنند. تعداد مشتریها روی ماشینهای متفاوت یا حتی روی یک ماشین می‌تواند متعدد باشد و لیکن معمولاً تعداد سرویس دهنده ها یکی است. (مگر در سیستم های توزیع شده که مورد بحث ما نیستند.) برای مثال جلسه پرسش و پاسخی را در نظر بگیرید که یکنفر صاحب اطلاعات ، پاسخگو و منتظر سوال است – سمت سرویس‌دهنده –. در طرف دیگر تعدادی سوال کننده هستند که مختارند در رابطه با موضوع مورد بحث سوال نمایند – سمت مشتری–.

به نظر می‌رسد با دقت در مفهوم سرویس‌دهنده/ مشتری متقاعد بشوید که ساختار برنامه‌ای که در سمت سرویس دهنده در حال اجراست با برنامه ای که در سمت مشتری اجرا می‌شود ، متفاوت خواهد بود.



شکل (۱–۷) ارتباط بین سرویس دهنده و مشتری

---

[۱] Web Server
[۲] Web Page
[۳] Server Side
[٤] Client Side

قبل از آنکه وارد مقوله برنامه نویسی سوکت بشویم بد نیست الگوریتم کل کاری که بایستی در سمت سرویس دهنده و همچنین در سمت مشتری انجام بشود، بررسی نمائیم :

برنامه شما در سمت سرویس دهنده به عملیات زیر نیازمند خواهد بود :

الف) یک سوکت را که مشخصه یک ارتباط است ، بوجود بیاورید. تا اینجا فقط به سیستم عامل اعلام کرده‌اید که نیازمند تعریف یک ارتباط هستید. در همین مرحله به سیستم عامل نوع ارتباط درخواستی خود را (TCP یا UDP) معرفی می‌نمائید. این کار در محیط سیستم عامل یونیکس توسط تابع سیستمی ()socket انجام می‌شود.

ب) به سوکتی که باز کرده‌اید یک آدرس پورت نسبت بدهید. این کار توسط تابع سیستمی ()bind انجام می‌شود و در حقیقت با این کار به سیستم عامل اعلام می‌کنید که تمام بسته های TCP (یا UDP) را که آدرس پورت مقصدشان با شماره مورد نظر شما مطابقت دارد ، به سمت برنامه شما هدایت کند. در حقیقت با این کار خودتان را بعنوان پذیرنده دسته ای از بسته های TCP یا UDP با شماره پورت خاص معرفی کرده‌اید. (دقت کنید که در برنامه سمت سرویس دهنده استفاده از دستور ()bind الزامی است)

ج) در مرحله بعد به سیستم عامل اعلام می‌کنید که کارش را برای پذیرش تقاضاهای ارتباط TCP شروع نماید. این کار توسط تابع سیستمی ()listen انجام می‌شود و چون ممکن است تعداد تقاضاهای ارتباط متعدد باشد باید حداکثر تعداد ارتباط TCP را که می‌توانید پذیرای آن باشید ، تعیین نمائید چرا که سیستم عامل باید بداند برای پذیرش ارتباطات TCP چقدر فضا و منابع شامل بافر در نظر بگیرد. دقت کنید که اعلام پذیرش تقاضاهای ارتباط به معنای پذیرش داده‌ها نیست بلکه فضای لازم را جهت ارسال و دریافت داده‌ها ایجاد می‌کنید. معمولاً تعیین تعداد ارتباطات TCP که میتواند بطور همزمان پذیرفته شده و به روش اشتراک زمانی[1] پردازش شود ، در اختیار شماست ولی باید این تعداد کمتر از مقداری باشد که سیستم عامل بعنوان حداکثر تعیین کرده است. بازهم یادآوری می‌کنیم که سرویس دهنده می‌تواند بصورت همزمان، چندین ارتباط متفاوت با چندین برنامه روی ماشینهای متفاوت را بصورت باز و فعال داشته باشد. بعنوان یک مقایسه با سیستم فایل تعداد حداکثر ارتباط باز را تعداد فایلی تصور کنید که می‌تواند توسط برنامه شما بطور همزمان باز شود.

د) نهایتاً با استفاده از تابع ()accetp از سیستم عامل تقاضا کنید یکی از ارتباطات معلق را (در صورت وجود) به برنامه شما معرفی کند. تابع ()accetp نکات ظریفی دارد که به تفصیل بررسی خواهد شد.

ه) از دستورات ()send و ()recv برای مبادله داده‌ها استفاده نمائید.

و) نهایتاً ارتباط را خاتمه بدهید. این کار به دو روش امکان پذیر خواهد بود:

- قطع ارتباط دو طرفه ارسال و دریافت (توسط تابع ()close)
- قطع یکطرفه یکی از عملیات ارسال یا دریافت (توسط تابع ()shutdown)

در برنامه سمت مشتری بایستی اعمال زیر انجام شود :

---

[1] Time sharing

الف) یک سوکت را که مشخصه یک ارتباط است ، بوجود بیاورید. تا اینجا فقط به سیستم عامل اعلام شده است که نیازمند تعریف یک ارتباط هستید.

ب) در مرحله بعد لازم نیست همانند برنامه سرویس دهنده به سوکت خود آدرس پورت نسبت بدهید یعنی لزومی به استفاده از دستور ()bind وجود ندارد چرا که برنامه سمت مشتری منتظر تقاضای ارتباط از دیگران نیست بلکه خودش متقاضی برقراری ارتباط با یک سرویس دهنده است. بنابراین در مرحله دوم به محض آنکه نیازمند برقراری ارتباط با یک سرویس دهنده شدید آن تقاضا را با استفاده از تابع سیستمی ()connect به سمت آن سرویس دهنده بفرستید.

اگر مراحل دست تکانی سه مرحله ای را در برقراری یک ارتباط TCP بخاطر داشته باشید، دستور ()connect عملاً متولی شروع و انجام چنین ارتباطی است.

مجدداً تاکید می‌کنیم از تابع ()bind زمانی استفاده می‌شود که پذیرای ارتباطات TCP با شماره پورت خاصی باشید ولی در طرف مشتری چنین کاری لازم نخواهد بود چرا که برنامه سمت مشتری شروع کننده ارتباط است.

اگر عمل ()connect موفقیت آمیز بود به معنای موفقیت در برقراری یک ارتباط TCP با سرویس دهنده است و می‌توانید بدون هیچ کار اضافی به ارسال و دریافت داده‌ها اقدام نمائید.

ج) از توابع ()send , ()recv برای ارسال یا دریافت داده‌ها اقدام نمائید.

د) ارتباط را با توابع ()close یا ()shutdown بصورت دوطرفه یا یکطرفه قطع نمائید.

پس از بررسی الگوریتم کلی برنامه های سمت سرویس دهنده و سمت مشتری وقت آن رسیده است که ساختمان داده‌ها و همچنین توابع و روالهای مورد نیاز در برنامه نویسی را با دقت بیشتری مورد بررسی قرار بدهیم.

۴) ساختمان داده‌های مورد نیاز در برنامه نویسی مبتنی بر سوکت

برای آغاز برنامه نویسی بهترین کار آنست که متغیرها و انواع ساختمان داده مورد نیاز در برنامه نویسی سوکت، تحت بررسی قرار بگیرد. (تمام قطعه کدها با C هستند)

اولین نوع داده ، **"مشخصه سوکت[1]"** است که همانند اشاره‌گر فایل ، برای ارجاع به یک ارتباط باز مورد استفاده قرار می‌گیرد و یک عدد صحیح دوبایتی است یعنی با تعریف زیر ، متغیر **a** می‌تواند مشخصه یک سوکت باشد:

```
int    a;
```

دومین نوع داده برای برقراری ارتباط ، یک استراکچر است که آدرس پورت پروسه و همچنین آدرس IP ماشین طرف ارتباط را درخود نگه می‌دارد. فعلاً در تعریفی ساده ساختار آن بصورت زیر است:

---

[1] Socket Descriptor

```
struct sockaddr {
        unsigned short sa_family;        /* address family, AF_xxxx */
        char sa_data[14];                /* 14 bytes of protocol address */
      };
```

- **sa_family** : خانواده یا نوع سوکت را مشخص می‌کند. در حقیقت این گزینه تعیین می‌کند که سوکت مورد نظر را در چه شبکه و روی چه پروتکلی بکار خواهید گرفت؛ لذا در سیستمی که با پروتکلهای متفاوت و سوکتهای متفاوت سروکار دارد ، باید نوع سوکت درخواستی را تعیین کنید. فعلاً در کل این فصل که بحث ما شبکه اینترنت با پروتکل TCP/IP است خانواده سوکت را با ثابت AF_INET مشخص می‌کنیم. در مورد شبکه های دیگر مثل Appletalk این گزینه متفاوت خواهد بود.
- **sa_data** : این چهارده بایت مجموعه ای است از آدرس پورت ، آدرس IP و قسمتی اضافی که باید با صفر پر شود و دلیل آنرا بعداً اشاره می‌کنیم.

همانگونه که اشاره شد این استراکچر بایستی آدرس پورت و آدرس IP را نگه دارد ولی در تعریف بالا چنین فیلدهائی مشاهده نمی‌شود. برای سادگی در برنامه نویسی ، استراکچر دیگری معرفی میشود که دقیقاً معادل استراکچر قبلی است ولی تعریف متفاوتی دارد و شما می‌توانید از هر کدام به دلخواه بهره بگیرید:

```
struct sockaddr_in {
        short int sin_family;          /* Address family */
        unsigned short int sin_port;   /* Port number */
        struct in_addr sin_addr;       /* Internet address */
        unsigned char sin_zero[8];     /* Same size as struct sockaddr */
        };
```

- **sin_family** : همانند ساختار قبلی خانواده سوکت را تعیین می‌کند و برای شبکه اینترنت بایستی مقدار ثابت AF_INET داشته باشد.
- **sin_port** : این فیلد دو بایتی ، آدرس پورت پروسه مورد نظر را مشخص می‌نماید.
- **in_addr**: آدرس IP ماشین مورد نظر را مشخص می‌کند. این فیلد خودش یک استراکچر است که در ادامه تعریف خواهد شد ، فقط بدانید که کلاً عددی صحیح ، بدون علامت و چهاربایتی است.
- **sin_zero[8]** : این هشت بایت در کاربردهای مهندسی اینترنت کلاً باید مقدار صفر داشته باشد. دلیل وجود این فیلد ، آنست که مفهوم سوکت برای تمام شبکه‌ها با پروتکلهای متفاوت ، بصورت معادل استفاده شده و بنابراین استراکچر فوق باید بگونه ای تعریف شود که برای تمام پروتکلهای شبکه قابل استفاده باشد. در شبکه اینترنت فعلاً آدرس IP چهاربایتی و آدرس پورت دوبایتی است در حالی که در برخی دیگر از شبکه ها طول آدرس بیشتر است. بنابراین هنگامی که از استراکچر فوق در کاربردهای برنامه نویسی شبکه اینترنت بهره می‌گیرید این هشت بایت اضافی است ولی حتماً باید با توابعی مثل memset() تماماً صفر شود.

دقت نمایید که دو استراکچر قبلی دقیقاً معادلند و می‌توان در فراخوانی توابع ، هر کدام از آنها را با تکنیک "تطـابق نـوع[1]" بجـای دیگـری بکـار بـرد ولـی در مجمـوع اسـتفاده از تعریـف دوم راحـت ترخواهدبود.

در تعریف استراکچر دوم یک استراکچر دیگر بنام in_addr تعریف شده که ساختار آن بصورت زیر است:

```
/* Internet IP address (a structure for historical reasons) */
 struct in_addr {
                unsigned long s_addr;
               };
```

این فیلد چهاربایتی برای نگهداری آدرس IP کاربرد دارد و تعریف آن بصورت فوق کمی عجیـب به نظر می‌رسد چرا که می‌توانستیم در استراکچر قبلی بطور مستقیم آنـرا unsigned long معرفـی کنیـم ولی بهر حال بصورت بالا تعریف شده است. برای مقداردهی به فیلدهای بالا می‌توانید از هـر روشـی که دلخواه شماست استفاده کنید ولیکن توابعی ساده برای این کار وجـود دارنـد کـه در ادامـه معرفـی خواهند شد.

۵) مشکلات ماشینها از لحاظ ساختار ذخیره سازی کلمات در حافظه

در گذشته تفاوت ماشینهای نوع BE[2] و نوع LE[3] را بررسـی کردیـم و اشـاره شـد کـه در پروتکـل TCP/IP ترتیب بایتها بصورت BE توافق شده است لذا وقتی قرار است برنامـه شـما روی ماشـینی کـه ساختار LE دارد نصب شود ترتیب بایتهای ارسالی روی شبکه بهم خواهد خورد. بعنوان مثال وقتی که روی ماشینی از نوع LE دستور زیر اجرا می‌شود:

```
struct sockaddr_in   as;
as.sin_port=0xB459;
```

چون بایت کم ارزش اول ذخیره می‌شود و بعد از آن بایت پرارزش قرار می‌گیرد لذا پـس از قـرار گرفتن این دو بایت در بسته TCP آدرس پورت بصورت زیر (و قطعاً اشتباه) تنظیم خواهد شد:

59	B4

بنابراین وقتی قرار است برنامه نویس مقداری را درون فیلدی قرار بدهد که دو بایتی یا چهار بایتی است بایستی نگران نوع ماشین و ترتیب بایتها باشد. بهمین دلیل معرفی توابـع زیـر بعنـوان ابـزار کـار برنامه نویس شبکه اینترنت ضروری است:

---

[1] Casting
[2] Big Endian
[3] Little Endian

htons() : تابع تبدیل کلمات دوبایتی به حالت BE
htonl() : تابع تبدیل کلمات چهاربایتی به حالت BE
ntohs() : تابع تبدیل کلمات دوبایتی از BE به حالت فعلی ماشین
ntohl() : تابع تبدیل کلمات چهاربایتی از BE به حالت فعلی ماشین

برنامه نویس لازم است ساختار ماشین مورد استفاده جهت نصب نهایی برنامه اش را بداند تا در صورت LE بودن حتماً قبل از قرار دادن مقادیر در فیلدهای دوبایتی یا چهاربایتی از توابع فوق استفاده کند.

تذکر : فقط وقتی از توابع فوق استفاده می‌شود که نهایتاً فیلد مورد نظر در بسته TCP یا IP تنظیم شود. بعنوان مثال در استراکچر sock_addr_in در فیلد sin_family مقدار AF_INET که مقداری ثابت است قرار می‌گیرد و این فیلد فقط برای سیستم عامل تعریف شده و روی شبکه منتقل نخواهد شد لذا برای مقدار دهی به این فیلد لازم نیست از توابع فوق استفاده نمائیم. در ادامه با مثالهائی که خواهیم داشت با موارد استفاده توابع فوق آشنا می‌شویم.

۱-۵) مشکلات تنظیم آدرس IP درون فیلد آدرس

در مبحث آدرسهای IP آموختید که آدرسهای IP درقالب چهار فیلد هشت‌تایی[1] ده دهی نوشته می‌شوند :

192.140.11.211

در حالی که در استراکچر sock_addr_in فیلد آدرس IP عددی است چهاربایتی که با یک عدد از نوع long پر می‌شود. بنابراین دو تابع زیر جهت انتساب آدرسهای IP با ساختار فوق الذکر کاربرد دارد:

- **تابع inet_addr() :** این تابع یک رشته کاراکتری بفرم "187.121.11.44" را گرفته و به یک عدد چهاربایتی با قالب BE تبدیل می‌کند. **مثال:**

```
struct sockaddr_in  ina;
ina.sin_addr.s_addr=inet_addr("130.421.5.10")
```

در مثال بالا آدرس IP رشته‌ای است و پس از تبدیل به عددی چهاربایتی در قالب BE در فیلد مربوطه قرار می‌گیرد.

- **تابع inet_ntoa() :** این تابع عکس عمل تابع قبلی را انجام می‌دهد یعنی یک آدرس چهاربایتی درقالب BE را گرفته و آنرا بصورت یک رشتهٔ کاراکتری که آدرس IP را بصورت نقطه‌دار تعریف کرده ، تبدیل می‌نماید. پارامتر ورودی تابع فوق از نوع struct in_addr و خروجی آن نوع رشته ای است. به مثال زیر دقت کنید:

```
printf("%s",inet_ntoa(ina.sin_addr));
```

در مثال فوق محتوای آدرس IP بصورت رشته‌ای نقطه دار و در مبنای ده روی خروجی چاپ خواهد

---

[1] Octet

شد. مثلاً خروجی به فرم زیر است:

130.141.5.10

در بخشهای آتی چگونگی تبدیل آدرسهای حوزه بفرم www.ibm.com را به آدرس IP در محیط برنامه نویسی توضیح خواهیم داد. قبل از آن باید توابع لازم برای تعریف و برقراری ارتباط تعریف شوند.

۶) توابع مورد استفاده در برنامهٔ سرویس‌دهنده (مبتنی بر TCP)

۶-۱) تابع socket()

فرم کلی این تابع بصورت زیر است:

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

int socket(int domain, int type, int protocol);
```

- **domain** : این پارامترنشان‌دهندهٔ خانواده سوکت است و به نحوی که قبلاً اشاره شد در برنامه‌نویسی شبکهٔ اینترنت ، با مقدار ثابت AF_INET تنظیم می‌شود.
- **type** : با این پارامتر نوع سوکت دلخواهتان را اعلام می‌کنید که می‌تواند نوع استریم یا از نوع دیتاگرام باشد. اگر سوکت دلخواهتان نوع استریم بود در فیلد type مقدار ثابت SOCK_STREAM قرار بدهید و اگر نوع دیتاگرام خواستید درآن مقدار SOCK_DGRAM تنظیم کنید.
- **protocol**: در این فیلد شماره شناسائی پروتکل مورد نظرتان را تنظیم می‌کنید که برای کاربردهای شبکه اینترنت همیشه مقدار آن صفر است.
  مقادیری که در فیلدهای اول و سوم قرار می‌دهید در برنامه نویسی تحت شبکه اینترنت همیشه ثابت خواهند بود.

مقدار بازگشتی توسط تابع socket() همان مشخصه سوکت است که از آن برای توابع بعدی استفاده خواهد شد (دقیقاً مثل اشاره گر یک فایل) لذا مشخصه سوکت بایستی تا زمانی که ارتباط خاتمه می‌یابد بدقت نگهداری شود.

اگر مقدار برگشتی تابع socket() ، ۱- باشد عمل موفقیت آمیز نبوده و روند کار باید متوقف شود و شما بعنوان برنامه نویس موظفید حتماً خروجی این تابع را بررسی کنید چرا که عملیات بقیه توابع که در ادامه معرفی خواهند شد به خروجی همین تابع بستگی دارد.

وقتی مقدار برگشتی تابع socket() مقدار ۱- باشد متغیر سراسری errno شماره خطای رخداده می‌باشد. برای پردازش شماره خطا تابع سیستمی perror() می‌تواند استفاده شود که روش بکارگیری آن در مثالها آمده است. این دو متغیر و تابع نیاز به تعریف ندارد و سیستمی هستند.

۲-۶) تابع bind()

وقتی سیستم عامل برای شما یک سوکت باز کرد در حقیقت شما فقط سنگ بنای یک ارتباط را بنا نهاده‌اید ولی هنوز هیچ کاری برای مبادله داده‌ها انجام نشده است. تابع bind() که معمولاً در برنامه سمت سرویس دهنده معنا می‌**یابد "عملی است جهت نسبت دادن آدرس پورت به یک سوکت باز شده**". این تعریف احتمالاً ابهام دارد پس به تعریف ساده زیر دقت کنید:

از طریق تابع bind() از سیستم عامل خواهش می‌کنید که تمام بسته های TCP یا UDP و همچنین تقاضاهای ارتباط با شماره پورت خاص را به سمت برنامه شما هدایت نماید.

بعنوان مثال وقتی گفته می‌شود که پروتکل HTTP به پورت 80 گوش می‌دهد به این معناست که برنامهٔ سرویس‌دهنده ، تمام بسته های TCP را که وارد ماشین محلی می‌شوند و شماره پورت مقصد آنها 80 است ، تحویل می‌گیرد و پردازش می‌نماید.

فرم کلی تابع bind() بصورت زیر است:

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

int bind(int sockfd, struct sockaddr *my_addr, int addrlen);
```

- **sockfd** : همان مشخصه سوکتی است که قبلاً با استفاده از تابع socket() بازکرده‌اید. در حقیقت شما می‌خواهید به سوکت باز شده یک آدرس پورت نسبت بدهید.
- **my_addr** : یک استراکچر که خانواده سوکت، آدرس پورت و آدرس IP ماشین محلی را در خود دارد. ساختار این استراکچر قبلاً تعریف شد.
- **addr_len** : طول استراکچر my_addr بر حسب بایت

برای آشنایی با چگونگی استفاده از توابع فوق به قطعه کد زیر دقت کنید:

```
#include <string.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

#define MYPORT 3490

main()
  {
   int sockfd;
   struct sockaddr_in my_addr;

   if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0))!= NULL){
```

```
my_addr.sin_family = AF_INET;         /* host byte order */
my_addr.sin_port = htons(MYPORT);  /* short, network byte order */
my_addr.sin_addr.s_addr = inet_addr("132.241.5.10");
bzero(&(my_addr.sin_zero), 8);         /* zero the rest of the struct */

if (bind(sockfd, (struct sockaddr *)&my_addr, sizeof(struct sockaddr))!=-1){
.
.
.
```

در مورد تابع bind() نکاتی وجود دارد که اشاره به آنها خالی از لطف نیست:

الف) در محیط یونیکس اگر فیلد آدرس پورت با مقدار صفر تنظیم شود آنگاه سیستم عامل در بین آدرسهای پورت از شماره ۱۰۲٤ تا ٦٥٥۳٥ ، یک شمارهٔ تصادفی انتخاب کرده و آنرا بعنوان شماره پورت در نظر می‌گیرد.

ب) برنامه کاربردی شما نباید شماره پورتی را بر گزیند که بین صفر تا ۱۰۲۳ باشد چرا که این شماره پورتها برای سرویس دهنده های استاندارد و سرویس دهنده های یونیکس رزرو شده است و سیستم عامل اجازه استفاده از این شماره پورتها را به برنامه های کاربران نخواهد داد.

ج) در محیط یونیکس اگر فیلد آدرس IP را با مقدار ثابت INADDR_ANY تنظیم کنید ، آنگاه سیستم عامل بصورت خودکار آدرس IP ماشین محلی شما را استخراج و در آن قرار خواهد داد.

د) نکته ای که ممکن است بر آن خرده بگیرید آن است که چرا در مقداردهی فیلدهای بالا سعی نکردیم با بهره‌گیری از توابع htons() آن را به حالت BE تبدیل کنیم در حالی که چنین کاری لازم می‌باشد. دلیل آن بسیار ساده است: هر دو مقدار صفر دارند و حالت صفر نیازی به تبدیل ندارد.

ه) اگر شماره پورتی که انتخاب می‌کنید برنامه دیگری قبل از شما برای خود رزرو کرده باشد یعنی آنرا در برنامه خود به سوکتی bind() کرده باشد آنگاه عمل bind() موفقیت آمیز نبوده ومقدار (۱-) به برنامه شما باز خواهد گشت. برای پردازش نوع خطا ، متغیر سراسری errno شماره خطا و تابع perror() مشخصات خطا را بر می‌گرداند.

۳-۶) تابع listen()

این تابع فقط در برنامه سرویس دهنده معنا می‌یابد و در یک عبارت ساده اعلام به سیستم عامل برای پذیرش تقاضاهای ارتباط TCP است. به عبارت بهتر توسط این تابع به سیستم عامل اعلام می‌کنید که از این لحظه به بعد (یعنی زمان اجرای تابع) تقاضاهای ارتباط TCP ماشینهای راه دور با شماره پورت مورد نظرتان را به صف کرده و منتظر نگه دارد.

با توجه به آنکه ممکن است پس از راه اندازی برنامه سرویس‌دهنده ، در لحظاتی چندین پروسه متفاوت بطور همزمان تقاضای برقراری ارتباط TCP به یک آدرس پورت بدهند بنابراین سیستم عامل

باید بداند که حداکثر چند تا از آنها را بپذیرد و ارتباط آنها را بـه روش دسـت تکـانی سـه مرحلـه ای برقرار نموده و آنها را در صف سرویس دهی قرار بدهد. توسط تابع ()listen باید به سیستم عامل اعلام شود که حداکثر تعداد ارتباطات فعال و باز روی یک شماره پورت خاص چند تا باشد. فرم کلی تـابع بصورت زیر است:

int listen(int sockfd, int backlog);

- **sockfd :** همان مشخصه سوکت است که در ابتدا آنرا ایجاد کرده‌اید.
- **backlog:** حداکثر تعداد ارتباطات معلّق و به صف شدهٔ منتظر. در بسیاری از سیستمها مقدار backlog به ۲۰ محدود شده است.

همانند توابع قبلی در صورت بروز خطا مقدار برگشتی این تابع ۱- خواهد بود و متغـیر errno شـماره خطای رخداده می‌باشد.

۴-۶) تابع ()accept

این تابع اندکی مرموز به نظر می‌رسـد و بایسـتی بـه مفـهوم آن دقـت شـود :
پس از آنکـه تـابع ()listen اجـرا شـد تقاضـای ارتبـاط TCP پروسـه هـای روی ماشـینهای راه دور (درصورت وجود) پذیرفته ، به صف شده و معلق نگاه داشـته میشـود. وقتـی کـه تـابع ()accept اجـرا می‌شود در حقیقت برنامه شما از سیستم عامل تقاضا می‌کند که از بین تقاضاهای به صف شده یکی را انتخاب کرده و آنرا با مشخصات پروسه طرف مقابل تحویل برنامه بدهد. بنابراین برنامـه بـاید از بیـن ارتباطات معلق یکی را به حضور بطلبد تا عملیات لازم را انجام بدهد. بهمین دلیل سیستم عـامل یـک مشخصه سوکت جدید ایجاد کرده و آنرا به برنامه بر می‌گرداند. در اینجا شما یک سوکت جدید دارید. مشخصه سوکت اول که توسط تابع ()socket بدست آمده و مشخصه سوکت دوم که با تابع ()accept به برنامه شما برگشته است. تفاوت این دو سوکت در چیست؟

الف) از سوکت اول برای پذیرش یکی از ارتباطات معلق در دستور ()accept اسـتفاده می‌کنیـد. در حقیقت این سوکت مشخصه کل ارتباطات به صف شدهٔ منتظر میباشد.

ب) از سـوکت دوم بـرای دریـافت و ارسـال اطلاعـات روی یکـی از ارتباطـات معلـق اسـتفاده می‌کنید. این سوکت مشخصه یکـی از ارتباطـات بـه صـف شـده می‌باشـد.

فرم کلی تابع به صـورت زیـر اسـت :

```
#include <sys/socket.h>

int accept(int sockfd, void *addr, int *addrlen);
```

- **sockfd :** مشخصه سوکت است کـه در ابتـدا بـا تـابع ()socket بدسـت آمـده اسـت.
- **addr :** اشاره‌گـر بـه اسـتراکچری اسـت کـه شـما آنـرا بعنـوان پـارامتر بـه ایـن تـابع ارسـال می‌کنیـد تـا سیسـتم عـامل پـس از پذیـرش یـک ارتبـاط معلـق آدرس پـورت و آدرس IP طـرف مقـابل ارتبـاط را در آن بـه برنامـه شـما بـرگردانـد. سـاختار ایـن اسـتراکچر قبـلاً

معرفی شـد.

- **addrlen** : طول اســتراکچر addr بـر حسـب بـایت

مقدار برگشتی این تابع یک مشخصه سـوکت اسـت کـه در روالـهای بعـدی مـورد اسـتفاده قـرار می‌گیرد. اگر مقدار برگشتی (۱-) باشد خطائی رخداده است که شـماره آن خطـا در متغـیر سراسـری errno قابل بررسی است.

مثال ناتمام زیر برای روشن شدن کلیت کار بسیار سودمند خواهد بود:

```
#include <string.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

#define MYPORT 3490    /* the port users will be connecting to */
#define BACKLOG 10     /* how many pending connections queue will hold */

main()
{
   int sockfd, new_fd;  /* listen on sock_fd, new connection on new_fd */
   struct sockaddr_in my_addr;    /* my address information */
   struct sockaddr_in their_addr; /* connector's address information */
   int sin_size;

   if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0))!= NULL){

   my_addr.sin_family = AF_INET;         /* host byte order */
   my_addr.sin_port = htons(MYPORT);     /* short, network byte order */
   my_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY; /* auto-fill with my IP */
   bzero(&(my_addr.sin_zero), 8);        /* zero the rest of the struct */

   if (bind(sockfd, (struct sockaddr *)&my_addr, sizeof(struct sockaddr))!=-1){

   listen(sockfd, BACKLOG);

   sin_size = sizeof(struct sockaddr_in);
   new_fd = accept(sockfd, &their_addr, &sin_size);
    …….
    …….
```

بار دیگر تأکید می‌کنیم که برای ارسال یا دریافت داده‌ها بایستی از سوکت جدیدی که مشخصه آن توسط تابع ()accept برمی‌گردد ، استفاده کنید.

۶-۵) توابع ()send و ()recv

این دو تابع در برنامه سمت سرویس دهنده و برنامه سمت مشتری قابل استفاده بوده و برای مبادله داده‌ها کاربرد دارند. فرم کلی دو تابع به صورت زیر است :

```
int send(int sockfd, const void *msg, int len, int flags);

int recv(int sockfd, void *buf, int len, unsigned int flags);
```

- **sockfd :** مشخصه سوکتی که از تابع ()accept بدست آمده است.
- **msg :** محلی در حافظه (مثل آرایه یا استراکچر) که داده‌های ارسالی از آنجا استخراج شده و درون فیلد داده[۱] از یک بسته TCP قرار گرفته و ارسال می‌شوند.
- **len :** طول داده‌های ارسالی یا دریافتی بر حسب بایت
- **flag :** برای پرهیز از پیچیدگی بحث در این مورد توضیح نمی‌دهیم. فقط در آن صفر بگذارید.
- **buf :** این پارامتر در تابع ()recv آدرس محلی در حافظه است که داده‌های دریافتی در آنجا قرار گرفته و به برنامه باز گردانده می‌شود.

مقدار برگشتی این دو تابع در صورت بروز هر گونه خطا ۱- خواهد بود ولی در صورت برگشت یک عدد مثبت ، تعداد بایتهای ارسالی یا دریافتی را بر حسب بایت مشخص می‌کند. دقت کنید که ممکن است تعداد بایتهای ارسالی یا دریافتی با تعدادی که در متغیر len تقاضا داده‌اید یکسان نباشد. بعنوان مثال فرض کنید شما در متغیر len مقدار ۱۰۰۰ قرار داده‌اید ولی مقداری که تابع برگردانده است ۲۰۰ باشد. در این صورت ۸۰۰ بایت از کل داده‌های ارسالی (یا دریافتی) باقی مانده است که برنامه شما باید تکلیف آنها را مشخص کند.

توصیه : در هر مرحله سعی کنید حجم داده‌هائی که توسط تابع ()send ارسال می‌کنید حول و حوش یک کیلو بایت باشد.

نکته : توابع()send , ()recv فقط برای ارسال و دریافت روی سوکتهای نوع استریم کاربرد دارد ولی اگر می‌خواهید به روش UDP و با سوکتهای دیتاگرام داده‌هایتان را ارسال کنید اندکی صبر کنید؛

۶-۶) توابع ()close و ()shutdown

تا زمانی که نیاز داشتید میتوانید یک ارتباط را باز نگه‌داشته و داده ارسال یا دریافت نمائید ولیکن همانند فایلها هرگاه نیازتان برطرف شد باید ارتباط را ببندید.

فرم کلی تابع ()close بصورت زیر است :

```
close(int sockfd);
```

---

[۱] Payload

- **sockfd :** مشخصه سوکت مورد نظر. این سوکت همان مشخصه ای است که تابع accept() برگردانده است. دقت کنید که اگر sockfd مشخصه ای باشد که توسط تابع socket() برگشته است تمام ارتباطات معلق و منتظر نیز بسته خواهد شد.

ارتباطی که توسط تابع close() بسته می‌شود دیگر برای ارسال و دریافت قابل استفاده نخواهد بود.

هر گاه سوکتی را ببندید در حقیقت یکی از ارتباطات TCP را بسته اید و سیستم عامل می‌تواند بجای آن تقاضای ارتباط دیگری را قبول کرده ، برای پردازش به صف ارتباطات معلق اضافه کند.

راه دیگر بستن یک سوکت تابع shutdown() می‌باشد که فرم کلی آن بصورت زیر است :

int shutdown(int sockfd, int how);

- **sockfd :** مشخصه سوکت مورد نظر
- **how :** روش بستن سوکت که یکی از سه مقدار زیر را می‌پذیرد:
  - **مقدار صفر**: دریافت داده را غیر ممکن می‌سازد ولی سوکت برای ارسال داده ، همچنان باز است. سیستم عامل بافر ورودی[1] مربوط به آن سوکت را آزاد می‌کند.
  - **مقدار ۱** : ارسال داده را غیر ممکن می‌سازد در حالی که سوکت برای دریافت داده‌ها همچنان باز است. سیستم عامل بافر خروجی[2] مربوط به آن سوکت را آزاد می‌کند.
  - **مقدار ۲** : ارسال و دریافت را غیر ممکن کرده سوکت کاملاً بسته می‌شود. این حالت دقیقاً همانند تابع close() عمل می‌نماید.

همانند توابع قبلی در صورت بروز خطا مقدار برگشتی این توابع ۱- خواهد بود و متغیر سراسری errno شماره خطا را برای پردازش مشخص می‌کند.

۷) توابع مورد استفاده در برنامه مشتری (مبتنی بر پروتکل TCP)

تا اینجا توابعی که معرفی شدند توابع پایه‌ای بودند که در سمت سرویس دهنده به نحوی استفاده می‌شوند. حال باید ببینیم در سمت مشتری چه توابعی مورد استفاده قرار می‌گیرند:

الف) ابتدا دقیقاً مانند برنامه سرویس دهنده یک سوکت بوجود بیاورید. برای اینکار از تابع socket() که در بخش قبلی معرفی شد استفاده کنید. تا اینجا هیچ تفاوتی برای بکارگیری این تابع در سمت سرویس دهنده و سمت مشتری وجود ندارد.

ب) در هنگام نیاز مستقیماً تقاضای برقراری ارتباط را به سمت سرویس دهنده بفرستید و آنقدر منتظر شوید تا این تقاضا پذیرفته شود. این عمل توسط تابع connect() انجام می‌شود که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

ج) از توابع send() و recv() برای ارسال و دریافت داده‌ها استفاده کنید.

---

[1] Inbound buffer
[2] Outbound buffer

د) نهایتاً ارتباط ایجاد شده را توسط تابع close() یا shutdown() ببندید.

۱-۷) تابع connect()

برای برقراری ارتباط با یک سرویس دهنده از تابع connect() استفاده می‌شود و در صورتی که برنامه سرویس دهنده روی ماشین مورد نظر اجرا شده باشد و توابع listen() و accept() در برنامه فراخوانی شده باشند آنگاه نتیجه تابع connect() موفقیت آمیز خواهد بود.

فرم کلی تابع connect() به صورت زیر است :

```
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

int connect(int sockfd, struct sockaddr *serv_addr, int addrlen);
```

- **sockfd** : مشخصه سوکتی است که با فراخوانی تابع socket() بدست آمده است.
- **serv_addr** : استراکچری از نوع sockaddr است که قبلاً معرفی شد. در این استراکچر آدرس IP ماشین مقصد و آدرس پورت برنامه مقصد تعیین خواهد شد.
- **addrlen** : اندازه استراکچر قبلی را بر حسب بایت معرفی می‌کند و می‌توان براحتی در این پارامترمقدار sizeof(struct sockaddr) قرار داد.

به این نکته دقت کنید که شما آدرس پورت خودتان را تنظیم نمی‌کنید بلکه سیستم عامل بطور خودکار یک شماره پورت تصادفی برای شما انتخاب می‌کند و مقدار این شماره برای برنامه سمت مشتری اصلاً مهم نیست چرا که وقتی شما به یک سرویس دهنده متصل می‌شوید و سرویس دهنده این تقاضا را می‌پذیرد پاسخ سرویس دهنده به همان آدرس پورتی خواهد بود که سیستم عامل برای سوکت انتخاب کرده است. در حقیقت برنامه شما بعنوان شروع کنندهٔ ارتباط ، آدرس پورت خود را نیز به طرف مقابل اعلام می‌کند. در مقابل آدرس پورت برنامه سرویس دهنده قطعاً باید ثابت و مشخص باشد تا برنامه مشتریها بتوانند ارتباط را شروع نمایند.

در صورت عدم موفقیت در برقراری یک ارتباط TCP مقدار برگشتی این تابع ۱- خواهد بود و متغیر errno شماره خطای رخداده می‌باشد.

مثال ناتمام زیر تا حدودی این دیدگاه را به شما عرضه می‌کند:

```
#include <string.h>
#include <sys/types.h>
#include <sys/socket.h>

#define DEST_IP   "132.241.5.10"
#define DEST_PORT 23

main()  {
```

```
int sockfd;
struct sockaddr_in dest_addr;   /* will hold the destination addr */

if (( sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0))!=NULL) {

 dest_addr.sin_family = AF_INET;             /* host byte order */
 dest_addr.sin_port = htons(DEST_PORT);  /* short, network byte order */
 dest_addr.sin_addr.s_addr = inet_addr(DEST_IP);
 bzero(&(dest_addr.sin_zero), 8);            /* zero the rest of the struct */

if ((connect(sockfd, (struct sockaddr *)&dest_addr, sizeof(struct sockaddr)))!=-1) {
 .
 .
 .
```

۸) ارسال و دریافت به روش UDP با سوکتهای دیتاگرام

توابع ارسال ، دریافت و پذیرش برای سوکتهای نوع استریم کاربرد دارد. حال باید دید که به چه صورت می‌توان ارسال و دریافت را به روش UDP روی سوکتهای نوع دیتاگرام انجام داد.

- **برنامه سمت سرویس دهنده**

الف) یک سوکت از نوع دیتاگرام ایجاد کنید. این کار با فراخوانی تابع socket() با پارامتر SOCK_DGRAM انجام می‌شود.

ب) به سوکت ایجاد شده آدرس پورت مورد نظرتان را نسبت بدهید. (با تابع bind())

ج) بدون هیچ کار اضافی میتوانید منتظر دریافت داده‌ها بشوید. (تا موقعی که داده‌ای دریافت نشود ارسال معنی نمی‌دهد.) وقتی داده‌ای دریافت و پردازش شد آدرس برنامه مبدا (آدرس IP و پورت) مشخص شده و ارسال امکان پذیر خواهد بود.

ارسال و دریافت روی سوکتهای نوع دیتاگرام بوسیله توابع recvfrom() و sendto() انجام می‌شود.

د) نهایتاً سوکت ایجاد شده را ببندید.

- **برنامه سمت مشتری**

الف) یک سوکت از نوع دیتاگرام ایجاد کنید. (با تابع socket() و پارامتر SOCK_DGRAM)

ب) هر گاه نیاز شد بدون هیچ کار اضافی داده‌هایتان را به سمت سرویس دهنده ارسال نمایید. تا وقتی که به سمت سرویس دهنده ارسالی نداشته باشید، دریافت داده‌ها معنا نمی‌دهد چرا که شما برای سرویس دهنده شناخته شده نیستید مگر اینکه داده‌ای را ارسال نمائید. ارسال و دریافت را تا زمانی که نیاز است انجام بدهید.

ج) سوکت ایجاد شده را ببندید.

فرم کلی تابع ارسال داده مبتنی بر سوکتهای دیتاگرام بصورت زیر است:

```
int sendto(int sockfd, const void *msg, int len, unsigned int flags, const struct sockaddr *to,
        int tolen);
```

- **sockfd** : مشخصه سوکت دیتاگرام که با تابع socket() بوجود آمده است.
- **msg** : آدرس محل قرارگرفتن پیام در حافظه که داده‌های ارسالی بایستی از آنجا استخراج شده و درون یک بسته UDP قرار گرفته و ارسال شود.
- **len** : طول پیام ارسالی بر حسب بایت
- **flags** : برای پرهیز از پیچیدگی بحث فعلاً آنرا صفر در نظر بگیرید.
- **to** : استراکچری از نوع sockaddr که قبلاً ساختار آنرا مشخص کردیم. در این استراکچر باید آدرس IP مربوط به ماشین مقصد و همچنین شماره پورت سرویس دهنده تنظیم شود.
- **tolen** : طول استراکچرsockaddr است که به سادگی می‌توانید آنرا به مقدار sizeof(struct sockaddr) تنظیم نمایید.

مقدار برگشتی این تابع همانند تابع send() تعداد بایتی است که سیستم عامل موفق به ارسال آن شده است. دقت کنید که اگر مقدار برگشتی (-1) باشد خطائی بروز کرده که می‌توانید شماره خطا را در متغیر سراسری errno بررسی نمائید. باز هم تکرار می‌کنیم دلیلی ندارد تعداد بایتی که تقاضای ارسال آنها را داده‌اید با تعداد بایتی که ارسال شده یکی باشد. بنابراین حتماً این مورد را در برنامه خود بررسی کرده و همچنین تقاضاهای ارسال در هر مرحله را نزدیک یک کیلو بایت در نظر بگیرید.

فرم کلی تابع دریافت داده مبتنی بر سوکتهای دیتاگرام بصورت زیر است:

```
int recvfrom(int sockfd, void *buf, int len, unsigned int flags,struct sockaddr *from,
        int  *fromlen);
```

- **sockfd** : مشخصه سوکت دیتاگرام که با تابع socket() بوجود آمده است.
- **buf** : آدرس محلی از حافظه که سیستم عامل داده‌های دریافتی را در آن محل قرار خواهد داد.
- **len** : طول پیامی که باید دریافت شود (بر حسب بایت)
- **from** : استراکچری است از نوع sockaddr که قبلاً ساختار آن بررسی شد و سیستم عامل آنرا با مشخصات آدرس IP و آدرس پورت برنامه مبداء تنظیم و به برنامه شما برمی‌گرداند.
- **flag** : آنرا به صفر تنظیم کنید.
- **len** : طول استراکچری است که سیستم عامل آنرا برگردانده است.

مقدار برگشتی این تابع نیز تعداد بایتی است که دریافت شده است. این پارامتر برای پردازش داده‌های دریافتی اهمیت حیاتی دارد.

۹) توابع مفید در برنامه نویسی شبکه

بغیر از توابع سیستمی معرفی شده توابع دیگری هم هستند که برای برنامه نویسی شبکه بسیار مفید و کارآمد هستند. در ادامه برخی از مهمترین آنها را تشریح خواهیم کرد:

۹-۱) تابع getpeername()

```
#include <sys/socket.h>

int getpeername(int sockfd, struct sockaddr *addr, int *addrlen);
```

با استفاده از این تابع می‌توانید هویت طرف مقابل ، شامل آدرس IP و آدرس پورت پروسهٔ طرف مقابل ارتباط را استخراج نمائید. پارامترهای این تابع بصورت ذیل تعریف شده است :

- **sockfd** : مشخصه سوکت مورد نظر
- **addr** : استراکچری است از نوع sockaddr که قبلاً ساختار آن تعریف شده است. این استراکچر توسط سیستم عامل با آدرس IP و آدرس پورت طرف مقابل پر خواهد شد.
- **addrlen** : طول استراکچرsockaddr

در صورت عدم موفقیت تابع فوق مقدار برگشتی (۱-) خواهد بود و در متغیر سراسری errno شماره خطا برای بررسی نوع خطا تنظیم خواهد شد.

نکته ای که ممکن است برنامه نویس فراموش کند آن است که ترتیب آدرس IP و آدرس پورت بصورت BE است و اگر ماشین شما از نوع LE است باید حتماً آنرا از طریق توابعی که در بخش ۵ به آن اشاره شد تبدیل کنید.

۹-۲) تابع gethostname()

این تابع نام ماشینی را که برنامهٔ شما روی آن اجرا می‌شود ، بر خواهد گرداند. این نام یک رشته کاراکتری معادل با نام نمادین ماشین است نه آدرس IP آن (مثلاً www.ibm.com). فرم کلی تابع بصورت زیر است:

```
#include <unistd.h>

int gethostname(char *hostname, size_t size);
```

- **hostname** : یک آرایه از کاراکترها (یا بعبارت بهتر یک رشته کاراکتری) است که پس از بازگشت تابع نام ماشین در آنجا ذخیره خواهد شد.
- **size** : طول رشته کاراکتری بر حسب کاراکتر

اگر مقدار برگشتی (۱-) باشد خطائی بروز کرده و مقدار errno همانند قبل شماره خطا را نگه می‌دارد ولی اگر تابع فوق موفق عمل کند مقدار برگشتی صفر خواهد بود.

۳-۹) بکارگیری سیستم DNS برای ترجمه آدرسهای حوزه

قبلاً در مورد سیستم DNS و طرز عملکرد آن بحث شد. در اینجا وقت آن فرا رسیده است که بتوانید در محیط برنامه نویسی تقاضای ترجمه نام حوزه[1] یک سرویس دهنده را به این سیستم ارائه کرده و نتیجه را در برنامه خود استفاده نمائید.

مثالهای کوچکی که تا اینجا داشته‌ایم همگی برای برقراری یک ارتباط با ماشین خاص مستقیما از آدرس IP آن استفاده می‌کردند و لیکن فرض کنید که شما بخواهید برنامه ای بنویسید که کاربر بتواند آدرس نام حوزه یک سرویس دهنده را بعنوان آدرس مقصد وارد نماید. تابعی که در این مورد بکار می‌آید دارای فرم کلی زیر است:

```
#include <netdb.h>

struct hostent *gethostbyname(const char *name);
```

- **name** : رشته کاراکتری نام حوزه یک سرویس دهنده

مقدار برگشتی تابع ، آدرس استراکچری است از نوع hostent که ساختار آن بصورت زیر تعریف شده است :

```
struct hostent {
    char   *h_name;
    char   **h_aliases;
    int    h_addrtype;
    int    h_length;
    char   **h_addr_list;
  };

#define h_addr h_addr_list[0]
```

- **hname** : نام رسمی ماشین (برای شبکه اینترنت این رشته نام حوزه خواهد بود مثلاً www.ibm.com)
- **h_aliases** : نام مستعار ماشین (این رشته با \0 ختم می‌شود)
- **h_addrtype** : خانواده آدرس (همانگونه که اشاره شد در شبکه اینترنت این فیلد مقدار AF_INET خواهد داشت.)
- **h_length** : طول آدرس بر حسب بایت
- **h_addr_list** : یک رشته کاراکتری که در آن آدرس IP مربوط به ماشین سرویس دهنده قرار

---

[1] Domain Name

دارد. این رشته با \0 ختم می‌شود.

دقت کنید که در تابع بالا در صورت موفقیت آمیز بودن، یک اشاره گر به استراکچر بر می‌گرداند و در غیر اینصورت مقدار NULL برخواهد گشت و برخلاف توابع قبلی متغیر errno تنظیم نخواهد شد و بجای آن متغیر سراسری herror که متغیری سیستمی است تنظیم می‌شود و در ضمن تابع سیستمی herror() برای کشف نوع خطا بکار گرفته می‌شود.

برای رفع ابهاماتی که در این تابع وجود دارد طرح یک مثال ضروری به نظر می‌رسد. به برنامه کوچک و اجرائی زیر دقت نمائید :

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <errno.h>
#include <netdb.h>
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
int main(int argc, char *argv[])
{
   struct hostent *h;

   if (argc != 2) {  /* error check the command line */
      fprintf(stderr,"usage: getip address\n");
      exit(1);
   }

   if ((h=gethostbyname(argv[1])) == NULL) {  /* get the host info */
      herror("gethostbyname");
      exit(1);
   }
   printf("Host name  : %s\n", h-h_name);
   printf("IP Address : %s\n",inet_ntoa(*((struct in_addr *)h-h_addr)));

   return 0;
}
```

نام این برنامه getip است که یک آدرس نام حوزه را بعنوان ورودی دریافت کرده و نتیجه ترجمه آن را به آدرس IP و بقیه مشخصات را روی خروجی چاپ می‌کند.
نکات زیر درمورد برنامه بالا ارزش بازگوئی دارد:

الف) طریقه بکارگیری برنامه فوق بدینصورت است که نام برنامه را روی خط فرمان تایپ کرده و سپس در جلوی آن نام حوزه را با یک فاصله خالی نوشته و کلید Enter را فشار می‌دهید. مثال :

$ getip www.ibm.com

ب) آدرس IP معادل با آدرس نام حوزه در متغیر h_addr_list واقع است و هر چند که بصورت یک رشته است که با کد 0\ ختم می‌شود ولی برای شبکه اینترنت که آدرسهای IP فعلاً چهار بایتی هستند شما فقط به چهار بایت اول آن که بصورت BE ذخیره شده‌اند نیازمندید. در برنامه فوق برای تبدیل آدرس چهاربایتی به حالت رشته ای نقطه دار بفرم (مثلاً 213.190.140.187) ازتابع (inet_ntoa برای چاپ روی خروجی بهره گرفته شده است.

ج) عمل "تطبیق نوع" در تابع (inet_ntoa به آن دلیل بوده است که طبق تعریف اصلی متغیر h→h_addr بصورت رشته معمولی تعریف شده ولی در تابع (inet_ntoa آرگومان ورودی آن یک استراکچر از نوع in_addr است که در ابتدای فصل ساختار آن تعریف شد و چهاربایتی است. بنابراین مجبوریم با عمل "تطبیق نوع" سازگاری پارامتر ورودی را تضمین کنیم ولی در عمل اتفاق خاصی نمی‌افتد.

۱۰) برنامه های نمونه

پس از معرفی توابع ساده برای برنامه نویسی شبکه دو مثال ساده به شما کمک می‌کند تا با بررسی آنها اشکالات و ابهامات خود را رفع نمائید.

۱-۱۰) مثالی از مبادله اطلاعات به روش TCP مبتنی بر سوکتهای استریم

درمثال اول یک سیستم ساده مبتنی بر مفهوم سرویس دهنده /مشتری بررسی میشود که مطابق با آنچه گفته شد در دو برنامه مجزا باید نوشته شود : برنامه سمت سرویس دهنده و برنامه سمت مشتری. این مثال از سوکتهای نوع استریم استفاده می‌کند یعنی مبادله داده مبتنی بر روش TCP است. در ابتدا برنامه سمت سرویس دهنده را بررسی می‌نمائیم:

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/wait.h>

#define MYPORT 3490    /* the port users will be connecting to */

#define BACKLOG 10     /* how many pending connections queue will hold */
main()  {
```

```
    int sockfd, new_fd;  /* listen on sock_fd, new connection on new_fd */
    struct sockaddr_in my_addr;    /* my address information */
    struct sockaddr_in their_addr; /* connector's address information */
    int sin_size;

    if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) == -1) {
        perror("socket");
        exit(1);
    }

    my_addr.sin_family = AF_INET;         /* host byte order */
    my_addr.sin_port = htons(MYPORT);     /* short, network byte order */
    my_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY; /* auto-fill with my IP */
    bzero(&(my_addr.sin_zero), 8);        /* zero the rest of the struct */

    if (bind(sockfd, (struct sockaddr *)&my_addr, sizeof(struct sockaddr)) \
                                                 == -1) {
        perror("bind");
        exit(1);
    }

    if (listen(sockfd, BACKLOG) == -1) {
        perror("listen");
        exit(1);
    }

    while(1) {  /* main accept() loop */
        sin_size = sizeof(struct sockaddr_in);
        if ((new_fd = accept(sockfd, (struct sockaddr *)&their_addr, \
                                        &sin_size)) == -1) {
            perror("accept");
            continue;
        }
        printf("server: got connection from %s\n", \
                                    inet_ntoa(their_addr.sin_addr));
        if (!fork()) { /* this is the child process */
            if (send(new_fd, "Hello, world!\n", 14, 0) == -1)
                perror("send");
            close(new_fd);
            exit(0);
        }
        close(new_fd);  /* parent doesn't need this */
        while(waitpid(-1,NULL,WNOHANG)>0); /* clean up child processes */
      }
}
```

عملی که این برنامهٔ ساده انجام می‌دهد آن است که هرگاه برنامهٔ سمت مشتری با این برنامه و شماره پورت ۳۴۹۰ ارتباط برقرار کند پیغام "Hello, world!\n" را دریافت خواهد کرد. بنابراین برنامه سمت سرویس دهنده دقیقاً پس از ()accept کردن یک ارتباط بدون هیچ پردازش خاصی رشته چهارده بایتی فوق را برای طرف مقابل فرستاده و سوکت متناظر راخواهد بست.

برنامه تا رسیدن به دستور while(1) نیاز به توضیح خاصی ندارد چرا که فقط یک سوکت نوع استریم ایجاد شده و به این سوکت آدرس پورت ۳۴۹۰ نسبت داده شده و با تابع ()listen اجازه داده شده تا حداکثر ده ارتباط معلق پذیرفته شود و سپس وارد حلقه بینهایت شده است. پس از آنکه برنامه وارد حلقه while(1) شد ابتدا اولین ارتباط معلق (درصورت وجود) پذیرفته شده و مشخصهٔ سوکت جدید برای آن ایجاد شده و به برنامه برگردانده می‌شود.

پس از این کار یک فراخوان سیستمی یونیکس به نام ()fork برای ایجاد یک پروسه فرزند انجام می‌شود. بد نیست برای آشنایی بیشتر در این مورد توضیحی ارائه نمائیم:

()fork تنها راه ایجاد یک پروسس جدید در محیط یونیکس است و وظیفه آن ساختن یک پروسس تکراری دقیقاً یکسان با پروسس اولیه شامل تمام مشخصه های فایل ، رجیسترها و منابع دیگر است. پس از اجرای ()fork پروسس اولیه و پروسس نسخه برداری شده راه جداگانه ای را در پیش خواهند گرفت. از آنجائیکه ()fork بعنوان داده‌های پدر برای ساختن فرزند نسخه برداری می‌شوند ، همه متغیرها در زمان ()fork مقادیر یکسان دارند اما پس از آغاز پروسه فرزند تغییرات بعدی در هر کدام از آنها تاثیری بر روی دیگری نخواهد گذاشت (متن برنامه که غیر قابل تغییر است بین پدر و فرزند به اشتراک گذاشته می‌شود). تابع سیستمی ()fork یک مقدار برمی‌گرداند که برای پروسس فرزند برابر صفر و برای پروسس پدر شناسه پروسه فرزند [1] خواهد بود. با استفاده از pid بازگشتی می‌توان فهمید که بین دو پروسس کدامیک فرزند و کدام پدر است.

بنابراین در برنامه فوق به ازای هر ارتباط که پذیرفته می‌شود یک پروسه جدید که بعد از تابع سیستمی ()fork شروع می‌شود بعنوان پروسه فرزند تولید شده و همانند دیگر پروسسها بصورت اشتراک زمانی از سیستم عامل سرویس می‌گیرد.

دلیل آنکه در برنامه فوق از این روش استفاده شده آن است که ارتباطات معلق بروش Polling پردازش نشوند بلکه بصورت همروند اجرا گردند. این کار باعث می‌شود که هر گونه تاخیر در یکی از ارتباطات بقیه را با تاخیر مواجه نکند بلکه به ازای هر ارتباط معلق یک پروسه فرزند ایجاد شود و همه در یک سطح بصورت اشتراک زمانی سهمی از زمان CPU را دریافت کرده و اجرا شوند. هر پروسه فرزند که به اتمام رسید یک پروسه فرزند جدید برای ارتباطی جدید ساخته می‌شود.

تابع waitpid(-1,NULL,WNOHANG) پروسه پدر را به حالت تعلیق خواهد برد تا زمانی که تمام پروسسهای فرزندش به اتمام برسند.

حال به برنامه سمت مشتری دقت نمائید. این برنامه با توجه به توضیحاتی که تا اینجا ارائه شده احتیاج به توضیح ندارد. برنامه سمت مشتری زمانی موفق عمل خواهد کرد که قبل از اجرای آن برنامه سمت سرویس دهنده اجرا شده باشد.

---

[1] pid (Process Identifier)

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <netdb.h>
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
#include <sys/socket.h>

#define PORT 3490    /* the port client will be connecting to */

#define MAXDATASIZE 100 /* max number of bytes we can get at once */

int main(int argc, char *argv[])
{
   int sockfd, numbytes;
   char buf[MAXDATASIZE];
   struct hostent *he;
   struct sockaddr_in their_addr; /* connector's address information */

   if (argc != 2) {
      fprintf(stderr,"usage: client hostname\n");
      exit(1);
   }
   if ((he=gethostbyname(argv[1])) == NULL) {  /* get the host info */
      herror("gethostbyname");
      exit(1);
   }
   if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, 0)) == -1) {
      perror("socket");
      exit(1);
   }
   their_addr.sin_family = AF_INET;      /* host byte order */
   their_addr.sin_port = htons(PORT);    /* short, network byte order */
   their_addr.sin_addr = *((struct in_addr *)he-h_addr);
   bzero(&(their_addr.sin_zero), 8);     /* zero the rest of the struct */

   if (connect(sockfd, (struct sockaddr *)&their_addr, \
                                 sizeof(struct sockaddr)) == -1) {
      perror("connect");
      exit(1);
   }
   if ((numbytes=recv(sockfd, buf, MAXDATASIZE, 0)) == -1) {
      perror("recv");
```

```
        exit(1);
    }
    buf[numbytes] = '\0';
    printf("Received: %s",buf);

    close(sockfd);

    return 0;
}
```

۲-۱۰) مثالی از مبادله اطلاعات به روش UDP مبتنی بر سوکتهای دیتاگرام

ابتدا برنامه سمت سرویس دهنده را ارائه می‌نمائیم. این برنامه در سمت سرویس دهنده منتظر دریافت بسته ها باقی می‌ماند و هر گاه بسته ای را از یک مشتری دریافت کرد به همراه آدرس آن بر روی خروجی نمایش خواهد داد. برنامه نیاز به توضیح خاصی ندارد.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/wait.h>
#define MYPORT 4950    /* the port users will be connecting to */
#define MAXBUFLEN 100

main()
{
    int sockfd;
    struct sockaddr_in my_addr;    /* my address information */
    struct sockaddr_in their_addr; /* connector's address information */
    int addr_len, numbytes;
    char buf[MAXBUFLEN];

    if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0)) == -1) {
        perror("socket");
        exit(1);
    }

    my_addr.sin_family = AF_INET;         /* host byte order */
    my_addr.sin_port = htons(MYPORT);     /* short, network byte order */
```

```
    my_addr.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY; /* auto-fill with my IP */
    bzero(&(my_addr.sin_zero), 8);       /* zero the rest of the struct */
    if (bind(sockfd, (struct sockaddr *)&my_addr, sizeof(struct sockaddr)) \
                                          == -1) {
      perror("bind");
      exit(1);
    }

    addr_len = sizeof(struct sockaddr);
    if ((numbytes=recvfrom(sockfd, buf, MAXBUFLEN, 0, \
              (struct sockaddr *)&their_addr, &addr_len)) == -1) {
      perror("recvfrom");
      exit(1);
    }

    printf("got packet from %s\n",inet_ntoa(their_addr.sin_addr));
    printf("packet is %d bytes long\n",numbytes);
    buf[numbytes] = '\0';
    printf("packet contains \"%s\"\n",buf);

    close(sockfd);
}
```

در سمت مشتری ، برنامه رشته‌ای را که بعنوان آرگومان دریافت کـرده ، مسـتقیماً بـرای سـرویس دهنده ارسال می‌کند. بعنوان مثال اگر برنامه را با نام talker.c نوشته و سپس کامپایل و بصورت زیـر در خط فرمان اجرا نمائیم:

```
$ talker www.hserver.edu hello
```

رشته hello توسط برنامه به سمت سرویس‌دهنده ارسال خواهد شد و برنامهٔ سمت سرویس‌دهنده طبق توضیحی که ارائه شد آنرا روی خروجی چاپ خواهد کرد.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <errno.h>
#include <string.h>
#include <sys/types.h>
#include <netinet/in.h>
#include <netdb.h>
#include <sys/socket.h>
#include <sys/wait.h>
```

```
#define MYPORT 4950    /* the port users will be connecting to */

int main(int argc, char *argv[])
{
    int sockfd;
    struct sockaddr_in their_addr; /* connector's address information */
    struct hostent *he;
    int numbytes;

    if (argc != 3) {
        fprintf(stderr,"usage: talker hostname message\n");
        exit(1);
    }
    if ((he=gethostbyname(argv[1])) == NULL) {  /* get the host info */
        herror("gethostbyname");
        exit(1);
    }

    if ((sockfd = socket(AF_INET, SOCK_DGRAM, 0)) == -1) {
        perror("socket");
        exit(1);
    }

    their_addr.sin_family = AF_INET;      /* host byte order */
    their_addr.sin_port = htons(MYPORT);  /* short, network byte order */
    their_addr.sin_addr = *((struct in_addr *)he-h_addr);
    bzero(&(their_addr.sin_zero), 8);     /* zero the rest of the struct */

    if ((numbytes=sendto(sockfd, argv[2], strlen(argv[2]), 0, \
         (struct sockaddr *)&their_addr, sizeof(struct sockaddr))) == -1) {
        perror("sendto");
        exit(1);
    }

    printf("sent %d bytes to %s\n",numbytes,inet_ntoa(their_addr.sin_addr));

    close(sockfd);

    return 0;
}
```

۱۱) بلوکه شدن[1] پروسه‌های تحت شبکه

مفهوم بلوکه شدن یک پروسه از مباحث طراحی سیستم عامل است که نمی‌توان در اینجا کاملا آنرا تشریح کرد ولی نکاتی از آن را که به مبحث برنامه‌نویسی سوکت مرتبط است توضیح می‌دهیم.

در یک عبارت ساده دستورات ورودی / خروجی یک پروسه در حال اجرا را متوقف کرده و تا زمانی که ورودی /خروجی آن کامل نشود و مجدداً از سیستم عامل برش زمانی دریافت نکند متوقف خواهد ماند. توابع recvto() و recv() و accept() از همین دسته هستند (یعنی به نوعی ورودی / خروجی محسوب می‌شوند) و بالطبع برنامه‌هایی که این توابع را اجرا نمایند توسط سیستم عامل بلوکه خواهند شد و تا کامل شدن عملیات ورودی / خروجی ، بلوکه باقی می‌مانند.

بعنوان مثال تابع accept() یکی از ارتباطات معلق و به صف شده TCP را به برنامه شما تحویل می‌دهد. حال وقتی هیچ ارتباط معلقی وجود ندارد یعنی هیچ ماشینی تقاضای برقراری ارتباط نداده است این تابع منجر به بلوکه شدن برنامه می‌شود تا زمانی که تقاضائی برسد، در این حالت سیستم عامل برنامه بلوکه شده را احیا کرده و اجرا می‌نماید. این روش کلاً بسیار مفید و کارآمد است و لیکن راهی وجود دارد که سیستم عامل پس از اجرای این تابع (وبقیه توابع) برنامه شما را بلوکه نکند. برای اینکار از فراخوان سیستمی fcntl() به نحوی که در مثال بعدی آمده است استفاده کنید. در این حالت بعد از فراخوانی توابع accept() یا recv() چه موفقیت آمیز و چه ناموفق برنامه شما بلوکه نخواهد شد بلکه خود برنامه نویس موظف است در برنامهٔ خود امکان پذیرش ارتباط یا دریافت داده‌ها را بررسی نماید. در حقیقت این روش همان روش **سرکشی**[2] است که در محیطهای چند کاربره روش مناسبی محسوب نمیشود چرا که در این روش برنامه شما در یک حلقه بی نهایت وقت CPU را گرفته و پشت سرهم سوکتها را سرکشی می‌نماید.

دقت کنید که اگر نتیجه accept() مقدار (۱-) باشد ، برنامه شما توسط سیستم عامل بلوکه نمی‌شود و بنابراین اگر سعی کنید داده‌ای را دریافت یا ارسال کنید با خطای سیستمی و قطع نامتعادل[3] برنامه مواجه خواهید شد. در برنامه‌هائی که بدین نحو نوشته می‌شوند ، آزمایش مقدار برگشتی تابع accept() برعهدهٔ برنامه‌نویس خواهد بود.

برنامه‌نویسی تحت شبکه ، ابزارهای بهتر و قوی‌تری نسبت به زبان معمولی C دارد ، ولیکن ارائهٔ مفاهیم سوکت و توابع لازم برای برنامه‌نویسی تحت شبکه ، با استفاده از زبان C ، مفاهیم را بهتر و بنیادی‌تر آموزش می‌دهد ، زیرا برای ارائهٔ مفهوم سوکت و برنامه‌نویسی تحت شبکه با زبانهای شیئ‌گرا ، مجبور خواهیم بود حجم بسیار زیادی از کدهای یک شیئ را در زبانی مثل جاوا بررسی و تحلیل کنیم.

در بخش آتی سعی خواهد شد ضمن معرفی زبان جاوا ، قابلیتهای شبکه‌ای این زبان ، بصورت فهرست‌وار مرور شود.

---

[1] Blocking
[2] Polling
[3] Abnormaly Ending

۱۲) امکانات زبان JAVA در برنامه‌نویسی شبکه

۱-۱۲) مقدمه

جاوا یک زبان برنامه‌نویسی شیئ‌گراست که می‌توان گفت بطور مستقیم از C و C++ گرفته شده است و اهدافی مثل "عدم وابستگی به ماشینِ اجرا"[۱] ، که C++ در عمل نتوانست بدان دست یابد را به نحو زیبایی پیاده‌سازی کرده است. یعنی بدونَ هیچ دغدغه‌ای می‌توان بر روی یک ماشین مبتنی بر سیستم عامل MS-Windows برنامه‌ای به زبان جاوا نوشت و آنرا بر روی ماشینی مبتنی بر یونیکس اجرا کرد. این قابلیت در واقع به نوعی نیاز شبکهٔ اینترنت محسوب می‌شد و باعث شد تا جاوا در دوران اوج زبان C++ ، ناگهان نگاهها را معطوفِ خود کند و همانند **وِب** در عرض چند سال به ابزاری مطمئن برای برنامه‌نویسی شبکه تبدیل شود.

بزرگترین ضعف برنامه‌های نوشته‌شده به زبان C++ ، آن دسته از "اشکالاتِ پنهان"[۲] است که در اثر آزادی برنامه‌نویس در مدیریت حافظه و کار با اشاره‌گرها ، در برنامه پدید می‌آید. جاوا با حذف اشاره‌گرها و تقبل مدیریت حافظه ، این دو ضعف را برطرف کرد و به یک زبان برنامهٔ نویسی **امن** مبدل شد.

هنگامیکه مهندسین شرکت سان توجه خود را به پروژهٔ **گرین**[۳] معطوف کردند تا برای لوازم الکترونیکی این شرکت نرم‌افزار پیشرفته بسازند ، دریافتندکه کامپایلرهای C و C++ برای اینکار نارسایی دارند ، از اینرو به فکر خلق زبانی جدید افتادند که در ابتدا اُآک Oak نام گرفت و پس از مدتی به جاوا تغییر نام داد. به دنبال این پیشرفت ، شرکت سان برای جاوا یک مرورگر ساخت که می‌توانست در محیط وب قطعه برنامه‌های جاوا را اجرا کند.

جاوا زبانی است ساده ، ایمن ، قابل حمل ، شیئ‌گرا ، توانمند در حمایت از برنامه‌های "چند ریسمانی"[۴] ، با "معماری خنثی"[۵] ، که با زبانهایC و C++ تفاوتهایی دارد. این تفاوتها را می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- **اشاره‌گرها** : همانطور که قبلاً نیز اشاره شد در جاوا اشاره‌گری وجود ندارد ، این درحالیست که در C/C++ می‌توان از اشاره‌گر استفاده کرد. این امر باعث می‌شود نتوان حافظه را بخوبی مدیریت کرد؛ هرگونه استفادهٔ نامناسب در بکارگیری اشاره‌گرها در برنامه‌های C/C++ ، می‌تواند حداقل برنامه را متوقف کند.
- **استراکچرها و یونیون‌ها**[۶] : در زبان C++ سه نوع از "انواع داده"[۷] وجود دارد : کلاس ، استراکچر و یونیون ، در حالیکه جاوا فقط شامل کلاس است. در یک زبان برنامه‌نویسی شیئ‌گرا مثل C++ وجود "کلاس" ، برنامه‌نویس را از داده‌هایی نظیر استراکچر و یونیون بی‌نیاز می‌کند ، ولی C++

---

۱ Platform Independence
۲ Bug
۳ Green
۴ Multithread
۵ Achitecture-neutral
۶ Union
۷ Data Type

برای سازگاری با C مجبور بود از آنها پشتیبانی کند در حالی که در جاوا هیچ الزامی در تعریف آنها وجود نداشت.

- **توابع** : جاوا هیچ تابعی ندارد ، چون شیئ‌گرا است و برنامه‌نویس را مجبور به استفاده از متودهای کلاس[۱] می‌کند ، در حالیکه در C++ به غیر از کلاس ، توابع نیز تعریف شده‌اند ، که چندان با مفهوم شیئ‌گرایی مطابقت ندارد.
- **وراثت چندگانه**[۲] : وراثت چندگانه به این معناست که یک کلاس را از چند کلاس دیگر مشتق کنیم که این عمل در جاوا براحتی امکان‌پذیر است ، در حالیکه در C/C++ این کار بسیار مشکل بوده و باعث پیچیدگی و خطا می‌شود.
- **رشته‌ها** : در جاوا ، رشته‌ها را بعنوان اشیاء کلاس اولیه داریم در حالیکه در C/C++ ساختاری شیئ‌گرا برای پشتیبانی رشته‌های متنی نداریم.
- **دستور goto** : در C/C++ این دستور کمابیش استفاده می‌شود ولی در جاوا اگرچه این دستور جزو کلمات کلیدی است ولی استفاده از آن پشتیبانی نمی‌شود. عدم پشتیبانی از دستورات پرش غیرساختاریافته ، باعث کاهش خطا در جاوا شده است.
- **Operator overloading** : در جاوا بر خلاف C/C++ از توانایی تغییر عملکرد اپراتورها پشتیبانی نمی‌شود تا پیچیدگی زبان کمتر شود.
- **تبدیل خودکار نوع**[۳] : در زبان C/C++ شما می‌توانید یک متغییر را از نوعی مثل float تعریف کنید و سپس مقداری مثل int به آن نسبت بدهید ، ولی اگر این عمل را در زبان جاوا انجام دهید فوراً با پیغام خطا مواجه خواهید شد. اینگونه سخت‌گیریها ، امنیت ذاتی جاوا را افزایشی چشمگیر داده است.
- **آرگومانهای خط فرمان**[۴] : C/C++ دو پارامتر argc و argv را به برنامه ارسال می‌کند که argc تعداد آرگومانهای ذخیره شده در argv را مشخص می‌کند ، در حالیکه argv یک اشاره‌گر به آرایه‌ای از کاراکترهاست. با حذف اشاره‌گرها در جاوا ، به جای argv از args استفاده شد؛ [0]args اولین پارامتر خط فرمان است.

- برای تاکید بیشتر تکرار می‌شود که مشکل عمده C/C++ اشاره‌گرها و مدیریت حافظه است در حالیکه مدیریت حافظه در جاوا بصورت خودکار انجام می‌شود. برای مشخص شدن قضیه به این نکته دقت کنید که وقتی در C++ یک بلوک حافظه یا یک کلاس را ()new می‌کنید ، خودتان موظف به آزادسازی آن هستید و انجام ندادن این کار یک اشکال محسوب می‌شود. پاکسازی حافظه از اشیاء بی‌مصرف برعهدهٔ خود جاوا است. کار با آرایه‌ها در جاوا بسیار آسانتر و مطمئن‌تر است چون آرایه‌ها در این زبان ، عضوی از یک کلاس می‌باشند .
- C++ از اصول شیئ‌گرایی به موازات برنامه‌نویسی به سبک قدیم حمایت می‌کند که این حالت

---

[۱] Method
[۲] Multiple Inheritance
[۳] Automatic Conversion
[۴] Command-line Arguments

در جاوا وجود ندارد و جاوا صد در صد شیئ‌گراست.

- کامپایلر جاوا یک برنامهٔ نوشته شده را به کدهای اجرایی یک ماشین خاص مثل IBM یا Apple تبدیل نمی‌کند ، بلکه آنرا به کدهای اجرایی یک ماشین فرضی به نام JVM[۱] ترجمه می‌کند که مختص به هیچ پردازنده‌ای نیست ، بلکه زبان اسمبلی یک ماشین مجازی است. به کدهای اجرایی این ماشین مجازی **"بایت‌کُد"**[۲] گفته می‌شود. بنابراین نتیجهٔ ترجمهٔ یک برنامهٔ جاوا یک فایل میانی حاوی بایت‌کد است. هر ماشین که بخواهد یک برنامهٔ جاوا را اجرا کند موظف است از **"مفسر زمان اجرای جاوا"** استفاده کند تا دستورات مجازی JVM به کدهای اجرایی واقعی از یک ماشین تبدیل شود. هر ماشین برای خودش JVM خاص دارد. بدین گونه جاوا فارغ از ساختار ماشین ، ترجمه و اجرا می‌شود. نحوهٔ اجرای برنامه‌های کاربردی جاوا در یک ماشین بصورت زیر است:

برنامه‌های کاربردی جاوا
اشیاء جاوا (JAVA Objects)
ماشین مجازی جاوا (JVM)
سیستم عامل

ماشین مجازی جاوا (JVM) دارای پنج بخش مهم زیر می‌باشد :

- **مجموعه دستورات بایت‌کد** : بایت‌کدها به عنوان دستورالعملهای اجرایی (ولی مجازی) شامل دو قسمت عملوند و عملگر می‌باشند. هر نوع دادهٔ اولیه در جاوا یک بایت‌کد مخصوص به خود دارد. این دستورالعملهای مجازی توسط JVM به یک یا چند دستورالعمل اجرایی از یک ماشین تبدیل می‌شوند.
- **مجموعه رجیسترها** : مجموعهٔ رجیسترها در ماشین مجازی جاوا ، همگی ۳۲ بیتی هستند.
- **پشته**[۳] : پشته در JVM دقیقاً مثل پشته‌هایی است که در دیگر زبانهای برنامه‌نویسی برای ارسال پارامتر به توابع و ذخیرهٔ متغیرهای محلی[۴] از آن استفاده می‌شود. هر متود از یک کلاس در زبان جاوا برای خود پشته‌ای دارد که متغیرهای محلیِ متود ، محیط اجرای آن و پارامترهای ارسالی به متود ، در این پشته قرار می‌گیرند.
- **فضای کاری**[۵] : فضای کاری برنامهٔ JVM ، قسمتی از حافظه است که برنامه‌نویس قادر به دخالت در آن نیست ، بلکه خود کامپایلر ، حافظهٔ این قسمت را مدیریت می‌کند و در صورت لزوم فضایی را تخصیص داده یا آنرا آزاد می‌کند. یعنی دست برنامه‌نویس از دسترسی غیر مجاز به حافظه کوتاه شده و عمل تخصیص و آزادسازی فضای مورد نیاز حافظه به کامپایلر محول شده است.
- **فضای ذخیره‌سازی متدها** : فضای متدهای JVM یک فضای ۸ بیتی است که در قسمت خاصی از حافظه ذخیره می‌شود.

---

۱ Java Virtual Machine
۲ Bytecode
۳ Stack
۴ Local Variable
۵ Work Space

۲-۱۲) انواع داده در جاوا

جاوا ۸ نوع داده اصلی دارد که در جدول (۲-۷) فهرست شده‌اند. هر نوع ، یک اندازهٔ مشخص بر حسب بایت دارد. برخلاف زبان C که برای دادهٔ نوع صحیح بسته به نوع معماری ماشین ، ۱٦ ، ۳۲ یا ٦٤ بیت در نظر گرفته می‌شود ، زبان جاوا برای این نوع داده فقط ۳۲ بیت در نظر می‌گیرد که این نکته مزایایی برای زبان جاوا به وجود می‌آورد. یکی از این مزایا آن است که باعث می‌شود برنامه روی انواع ماشینهای ۱٦ ، ۳۲ و ٦٤ بیتی به یک شکل کار کند و نتیجه واحد ارائه دهد.

نوع	اندازه	توضیح
byte	1 Byte	یک عدد صحیح علامت‌دار با محدودهٔ ۱۲۸- تا ۱۲۷+
short	2 Byte	یک عدد صحیح علامت‌دار دو بایتی
int	4 Byte	یک عدد صحیح علامت‌دار چهار بایتی
long	8 Byte	یک عدد صحیح علامت‌دار هشت بایتی
float	4 Byte	یک عدد اعشاری چهار بایتی با استاندارد IEEE
double	8 Byte	یک عدد اعشاری هشت بایتی با استاندارد IEEE
boolean	1 Bit	یک پرچم تک بیتی که دو حالت True یا False دارد
char	2 Byte	یک تک‌کاراکتر یونی‌کد (دو بایت)

جدول (۲-۷) انواع دادهٔ اصلی در جاوا

در زبانهای شیئ‌گرا نظیر جاوا هر چیزی یک شیئ است. هر شیئ دارای مجموعه‌ای از **رفتار**[۱] و **صفات**[۲] است و یکسری **متود**[۳] نیز برای دسترسی به اشیاء وجود دارد. رفتار تنها راه برای این است که به شی بگوییم چه عملی را انجام دهد. برای اینکه رفتار یک شیئ را بسازید باید ابتدا یک متود ایجاد کنید که این متودها شبیه به توابع در دیگر زبانها می‌باشند. برخلاف C++ ، جاوا توابعی که خارج از کلاسها و جداگانه تعریف شده باشند ، ندارد. اگر یک شیئ را تعریف کردید می‌توانید تعیین کنید که چه برنامه‌هایی و با چه سطحی از دسترسی به این شیئ می‌توانند وجود داشته باشند. یک برنامه جاوا ، شامل یک یا چند **بسته**[٤] می‌باشد که هر کدام از این بسته ها خود شامل تعاریف کلاسها هستند و توسط بقیهٔ برنامه‌ها قابل استفاده می‌باشند.

اشیاء در جاوا می‌توانند به صورت پویا و در حین اجرای برنامه تولید شوند. هر کلاس می‌تواند زیر کلاس یا کلاس والد (Super Class) داشته باشد. این کلاس همیشه از کلاس والد خصوصیات و

---

۱ Behavior
۲ Attributes
۳ Method
٤ Pakage

رفتارها و روشها را به ارث می‌برد . البته همیشه نمی‌توان به متغیرهای داخلی کلاس والد دسترسی مستقیم داشت. دسترسی مستقیم به متغیرهای کلاس والد ، به شرطی امکان‌پذیر است که آن متغیرها بصورت public تعریف شده باشند.

حال به ارائه مثالی می‌پردازیم که مفهومی از شیئ‌گرایی را در خود دارد. در ارائهٔ مثال فرض کرده‌ایم که با اصول C++ آشنایی دارید. در این مثال ، یک **بسته** (pakage) داریم که دو کلاس را مشخص می‌کند. یک عدد مختلط را در نظر بگیرید؛ می‌دانید که این نوع عدد شامل دو قسمت حقیقی و موهومی[1] است:

```
class ComplexNumber {
// یک شیئ برای متغیر مختلط ایجاد می‌شود.
protected double re, im;
// تعریف قسمتهای حقیقی و موهومی ( این قسمتها در خارج از کلاس در دسترس نیستند و مخفیند )
// پنج متود زیر متغیرهای پنهان بالا را استفاده و پردازش می‌کنند.
pablic void Complex (double x, double y) { re=x;  im=y;}
public double Real()  {return re;}
public double Imaginary()  { return im; }
public double Magnitude ( ) { return Math.sqrt (re*re+im+im); }
public double Angle()  {return Math.atan(im/re);}
class test {
// تعریف یک کلاس جدید برای استفاده از کلاس بالا
public static void main (String aras[ ] ) {
ComplexNumber C;
// تعریف یک شیئ از نوع متغیر مختلط با تعریف بالا
C=new ComplexNumber();
// شیئ از نوع متغیر مختلط در حافظه تولید می‌شود.
C. Complex (3.0, 4.0);
//مقداردهی اولیه به یک شیئ از نوع متغیر مختلط
System.out.println ("The magnitude of C is " + C. Magnitude() );
  }
}
```

در این مثال هر شیئ شامل دو متغیر re و im می‌باشد که هر دو اعداد اعشاری ٦٤ بیتی هستند. این متغیرها نمی‌توانند توسط کلاسهای دیگر دستکاری شوند. (یعنی قابل دسترسی نیستند ، چون از نوع protected تعریف شده‌اند.) اگر این متغیرها را از نوع public تعریف می‌کردیم برای هر بسته در هر جا این متغیرها قابل رویت و دسترسی بودند و این حالت مطلقاً مفید نیست.

---

[1] Real & Imaginary Part

حال به مثالی دیگر توجه کنید:

```
class Factorial {
public static void main(int argc, String args[ ])  // بدنهٔ برنامهٔ اصلی
long i, f, lower=1, upper=20; //  تعریف چهار متغیر صحیح چهار بایتی
  for (i=lower ; i<=upper ; i<=upper; i++) { // C++ یک حلقه دقیقاً مشابه با زبان
    F= factorial(i) ;                                    //f=i!
    System.out.println (i+ "  " +f); // print i and t
    }
}
   static long factorial (long k) {  // تعریف یک تابع خود فراخوان فاکتوریل
      if (k = =0)
          return 1;                          // 0! = 1
          else
   return k * factorial (k-1);    //  k! = k+ (k-1)!  }
}
```

در مثال بالا ابتدا کلاس اصلی برنامه به نام Factorail تعریف شده و سپس تابع factorial بـه عنـوان متودی از این کلاس تعریف گردیده است. در متود اصلیِ کلاس برنامه که همیشه main نام دارد ، متود factorial فراخوانی شده است.

۱۲-۳) اپلت Applet

اپلت ریزبرنامه یا برنامهٔ کوچکی اسـت کـه درون یـک صفحـهٔ وب قـرار مـی‌گـیرد و روی یـک سرویس‌دهندهٔ اینترنت قابل دسترسی بوده و به عنوان بخشی از یک سند وب بر روی ماشـین مشـتری اجرا می‌شود. (البته به شرطی که مرورگر مجهز به مفسر جـاوا[1] باشـد می‌تـوان آن را مشـاهده کـرد.) اپلت‌ها با برچسب APPLET درون صفحهٔ وب تعریف می‌شوند ولی فایلی خارجی به حساب می‌آیند. چون اپلت جهت استفاده در محیط وب نوشته می‌شود لذا کمی پیچیده‌تر از یک برنامهٔ معمولی اسـت. هنگامیکه می‌خواهید یک اپلت را در صفحه وب قرار دهید باید ابتدا تمام کلاسهای مورد نیاز آن اپلت را بسازید ، سپس آنرا کامپایل کرده و بعد با استفاده از زبان HTML یک صفحه وب ساخته و اپلـت را درون صفحه وب تعریف کنید. چون اپلتها دارای خـط فرمـان نیسـتند ، بـرای فرسـتادن آرگومانـهای متفاوت باید از برچسب <APPLET> استفاده کنیم.

دو راه برای اجرای یک اپلت وجود دارد:

- اجرا نمودن اپلت داخل یک مرورگر سازگار با جاوا مثل Netscape Navigator
- استفاده از Applet Viewer که این برنامه ، اپلت را خارج از مرورگـر و در یـک پنجـره ، اجـرا می‌کند ، که برای اشکال‌زدائی از اپلتها راهی سریع و آسان محسوب می‌شود.

---

[1] Java enabled browser

اپلت یک برنامهٔ اجرایی است و برای اجرا در محیط مرورگر در نظر گرفته شده تا قابلیتهایی که صفحات وب ندارند از طریق آنها فراهم شود. اپلتها به همراه صفحات وب برای کاربران وب ، ارسال و روی ماشین کاربر اجرا می‌شود. این برنامهٔ اجرایی نباید عمداً یا سهواً قادر باشد صدمه‌ای به سیستم کاربر وارد کند؛ لذا اپلتها در مقایسه با برنامه‌های معمولی که به زبان جاوا نوشته می‌شوند ، دارای محدودیتهای زیر است :

- اپلت جز در موارد محدود و تحت نظارت شدید و آنهم برای خواندن ، قادر به دسترسی به سیستم فایل نیست.
- اپلت قادر به فراخوانی و اجرای هیچ برنامه‌ای روی ماشین اجراکنندهٔ خود نیست.

در برنامه‌های کاربردی ، بدنهٔ برنامهٔ اصلی با بلوک **main(){** شروع می‌شود و درنهایت با علامت **}** پایان می‌پذیرد ، ولی اپلتها در جاوا متود main() ندارند. صورت کلی بدنهٔ یک اپلت به شکل زیر تعریف می‌شود:

```
public class Example extends  java.applet.Applet {
…
}
```

با این تعریف ، کلاس Example ، کلاس از پیش تعریف شدهٔ Applet را به ارث برده و تمام مقدماتی را که یک اپلت برای فعل و انفعال با مرورگر دارد ، فراهم می‌آورد. چندین اپلت می‌توانند بصورت مستقل در یک صفحهٔ وب (روی مرورگر) اجرا شوند.

وقتی یک کلاس را به صورت اپلت تعریف می‌کنید ، چندین متود اصلی و بنیادی را به ارث می‌برد که این متودها به خودی خود کاری انجام نمی‌دهند. برای آنکه یک اپلت عملیاتی شود ، برنامه‌نویس باید این متودها را "باطل و دوباره‌نویسی"[1] کند. پنج مورد از حیاتی‌ترین این متودها عبارتند از:

init() start() stop() destroy() paint()

دو متودی که بیش از بقیه احتیاج به دوباره‌نویسی دارند متودهای paint() و init() می‌باشند.

- متود **paint()** یکی از مهم‌ترین متودهای هر اپلتی است که برنامه‌نویس بدان احتیاج دارد. هر چیزی که بخواهد در پنجرهٔ خروجی اپلت نمایش داده شود ، با استفاده از این متود امکان‌پذیر خواهد بود. متود paint() فقط یک آرگومان می‌پذیرد و بازنویسی آن بصورت زیر است:

```
public void paint(Graphics screen) {
        / / display statements go here
}
```

در مثال بالا آرگومان ورودی متود ، یک شیئ گرافیکی است. کلاس Graphics از اشیایی تشکیل شده که می‌توانند همه صفات و رفتارها را که نیاز است به عنوان متن ، گرافیک و بقیه اطلاعات روی

[1] Override

پنجره ، نمایش داده شوند کنترل کنند. اگرشما از یک شی Graphics در اپلتتان استفاده می‌کنید ، دستور import را قبل از تعریف class در ابتدای فایل برنامه بیاورید:

import java.awt.Graphics;

- متود **init()** فقط یکبار و آنهم هنگام بارگذاری اپلت در مرورگر ، اجرا می‌شود؛ بنابراین متود init() در واقع برای تنظیم کردن و مقداردهی اولیه به اشیاء و متغیرهایی که در طول اجرای اپلت مورد نیازند استفاده می‌شود. به عنوان یک پیشنهاد ، این متود جایی مناسب برای تنظیم نوع قلم (فونت) ، رنگ قلم و رنگ پس‌زمینه صفحه می‌باشد.

- متود **start()** : با این متود ، اپلت راه‌اندازی شده و آغاز به کار خواهد کرد. اگر اپلت با استفاده از متود stop() موقتاً متوقف شده باشد ، با این متود از سرگرفته می‌شود. عملیاتی که برای راه‌اندازی یک اپلت مورد نیاز است ، در این متود دوباره‌نویسی می‌شود.

- متود **stop ()** : هنگامی که این متود صدا زده شود ، اجرای اپلت موقتاً متوقف خواهد شد. زمانیکه کاربر یک صفحه وب (شامل اپلت) را رها می‌کند و به سراغ صفحه‌ای دیگر می‌رود ، این متود بطور خودکار فراخوانی می‌شود. (البته می‌توان این متود را به صورت مستقیم صدا زده و اپلت را متوقف کرد.) برنامه‌نویس تمهیدات لازم برای توقف اپلت را با دوباره‌نویسی این متود ، فراهم می‌آورد.

- متود **destroy()** : این متود درست برخلاف متود init() ، به منظور پایان دادن به اجرای اپلت فراخوانی می‌شود. برنامه‌نویس موظف است کارهایی را که باید در هنگام خاتمهٔ اپلت انجام شود ، در این قسمت دوباره‌نویسی کند.

مثلاً فرض کنید بخواهیم یک اپلت بنویسیم که در محیط مرورگر اجرا شده و پیغام سادهٔ Hello Web! بر روی پنجرهٔ آن نمایش یابد. چنین اپلتی فقط نیاز به بازنویسی متود paint() دارد تا بتواند روی پنجرهٔ خروجی پیغام را نمایش بدهد:

```
import java.awt.Graphics;
public class HelloWeb extends java.applet.Applet {
  public void paint( java.awt.Graphics gc ) {
    gc.drawString("Hello Web!", 125, 95 );
  }
}
```

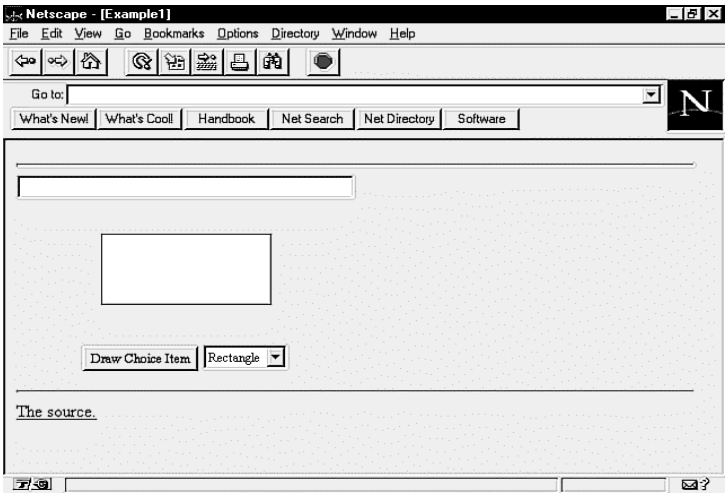
برای اجرای یک اپلت ، لازم است صفحه وبی ایجاد کنید که اپلت را بارگذاری کند. برای ایجاد یک صفحه وب ، یک فایل جدید روی ویرایشگر معمولی باز کرده و پس از نوشتن یک صفحهٔ وب ساده همانند زیر ، آنرا با پسوند html. ذخیره کنید. سپس آنرا در محیط مرورگرتان باز کنید:

```
<html>
<head> </head>
 <body>
<applet code=HelloWeb width=300 height=200>
</applet>
</body>
</html>
```

در قطعه کد بالا ، پارامتر width ، طول پنجره و پارامتر height ، ارتفاع پنجرهٔ نمایش اپلت را مشـــخص می‌کند. (در فصل دهم در مورد صفحات وب بیشتر خواهیم آموخت.) خروجی اپلت بالا به صـورت شکل (۳-۷) خواهد بود. به عنوان مثالی دیگر در شکل (٤-۷) ، یک اپلت با پنج عامل زیـر در محیـط مرورگر نشان داده شده است:

۱- فیلد ورود داده‌های متنی TextField ۲- پانل Panel ۳ - منوی انتخاب Choice menu
٤- صفحه ترسیم گرافیک Canvas ٥- کلید فشاری Button

شکل (۳-۷) خروجی یک اپلت نمونه در محیط مرورگر



شکل (٤-۷) خروجی یک اپلت نمونه با پنج عامل کنترل در محیط مرورگر

```
import java.awt.*;
import java.lang.*;
import java.io.*;
import java.applet.*;

// This program illustrates a simple applet with a TextField,
// Panel, Button, Choice menu, and Canvas.

public class Example1 extends Applet {
TextField tf;
DrawCanvas c;
Button drawBtn;
Choice ch;
// Add the Components to the screen..
.
public void init() {
// Set up display area...
resize(300,200);
setLayout(new BorderLayout());

// Add the components...
// Add the text at the top.
tf = new TextField();
add("North",tf);

// Add the custom Canvas to the center
c = new DrawCanvas(this);
add("Center",c);

// Create the panel with button and choices at the
bottom...
Panel p = new Panel();
drawBtn = new Button("Draw Choice Item");
p.add(drawBtn);
// Create the choice box and add the options...
ch = new Choice();
ch.addItem("Rectangle");
ch.addItem("Empty");
ch.addItem("Text");
p.add(ch);
add("South",p);
}

// Handle events that have occurred
public boolean handleEvent(Event evt) {
switch(evt.id) {
// This can be handled
case Event.ACTION_EVENT: {
if(evt.target instanceof Button) {
// Repaint canvas to use new choices...
c.repaint();
} // end if
return false;
}
```

```
default:
return false;
}
}
// Return the current choice to display...
public String getChoice() {
return ch.getSelectedItem();
}

// Return the text in the list box...
public String getTextString() {
return tf.getText();
}
}

// This is a custom canvas that is used for drawing
// text, a rectangle, or nothing...
class DrawCanvas extends Canvas {
Example1 e1app;
// Constructor - store the applet to get drawing
info...
public DrawCanvas(Example1 a) {
e1app = a;
}
// Draw the image per the choices in the applet...
public synchronized void paint (Graphics g) {
// Get the current size of the display area...
Dimension dm = size();
// Draw based on choice...
String s = e1app.getChoice();
// Calculate center coordinates...
int x,y,width,height;
x = dm.width/4;
y = dm.height / 4;
width = dm.width / 2;
height = dm.height / 2;
// Paint a rectangle in the center...
if (s.compareTo("Rectangle") == 0) {
// Draw the rectangle in the center with colors!
g.setColor(Color.blue);
g.drawRect(x,y,width,height);
g.setColor(Color.yellow);
g.fillRect(x + 1,y + 1,width - 2,height - 2);
} // end if
// Get the text in the applet and display in the
middle...
if (s.compareTo("Text") == 0) {
String displayText = e1app.getTextString();
g.setColor(Color.red);
g.drawString(displayText,x,y + (height/2));
}
}
}
```

۴-۱۲) امکانات جاوا برای برنامه‌نویسی سوکت

java.net یک بسته از بسته‌های جاوا است که شامل کلاسهایی برای کار با شبکه ، سوکتها و URLهاست. در این بسته دو نوع کلاسِ سوکتِ استریم برای برنامه‌نویسی شبکه تعریف شده است:

- **کلاس Socket** : کلاسی جهت برقراری ارتباط و مبادلهٔ داده در سمت مشتری است.
- **کلاس ServerSocket** : کلاسی جهت تعریف ارتباط و مبادلهٔ داده در سمت سرویس‌دهنده است.

ابتدا کلاس **Socket** را مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این کلاس چندین متود تعریف شده که مهمترین آنها در زیر معرفی می‌شوند:

Socket(String host, int port)

Socket(InetAddress address, int port)

synchronized void close()

InputStream getInputStream()

OutputStream getOutputStream()

متودهای اول و دوم در حقیقت متودهای **"سازندهٔ"**[1] کلاس نوع **Socket** هستند که دارای دو تعریف مجزا بوده و می‌توانند به دو صورت استفاده شوند:

الف) Socket(String host, int port) : برای ایجاد کلاس سوکت از طریق این متود ، مستقیماً آدرس نام حوزهٔ یک ماشین و شمارهٔ پورت سرویس‌دهندهٔ مورد نظر در آرگومانهای آن مشخص می‌شود. اگر از این متود برای خلق یک سوکت استفاده شود ، قبل از بوجود آمدن آن ، نام حوزه بصورت خودکار توسط DNS ترجمه شده و آدرس IP آن باز خواهد گشت و در صورت موفقیت‌آمیز نبودن این عمل ، ادامهٔ کار ممکن نخواهد بود.

مثال :

```
try {
   Socket sock = new Socket("cs.wustl.edu", 25);
}
catch ( UnknownHostException e ) {
   System.out.println("Can't find host.");
}
catch ( IOException e ) {
   System.out.println("Error connecting to host.");
}
```

ب) Socket(InetAddress address, int port) : برای ایجاد کلاس سوکت از طریق این متود ، آدرس

[1] Constructor

IP یک ماشین و شمارهٔ پورت سرویس‌دهندهٔ مورد نظر در آرگومانهای آن مشخص می‌شـود. آدرس IP به صورت یک رشته مثل "192.34.221.108" به متود ارسال می‌شود.

مثال :

```
try {
 Socket sock = new Socket("128.252.120.1", 25);
}
catch ( UnknownHostException e ) {
   System.out.println("Can't find host.");
}
catch ( IOException e ) {
   System.out.println("Error connecting to host.");

}
```

ج) متود **close()** : این متود ضمن ختم ارتباط TCP بصورت دو طرفه ، سوکت را بسته و منابع تخصیص داده شده را آزاد خواهد کرد.

د) متودهای **getInputStream()** و **getOutputStream()** برای آنست کـه بتـوان اسـتریمهای ورودی و خروجی نسبت داده شده به سوکت را بدست آورده و بتوان از آن خواند یا در آن نوشت.[1] به مثال زیر دقت کنید:

```
try
{
Socket server = new Socket("foo.bar.com", 1234);
InputStream in = server.getInputStream();
OutputStream out = server.getOutputStream();
// Write a byte
out.write(42);
// Say "Hello" (send newline delimited string)
PrintStream pout = new PrintStream( out );
pout.println("Hello!");
// Read a byte
Byte back = in.read();
// Read a newline delimited string
```

[1] دقت کنید که مفهوم استریم ورودی و خروجی (Input Stream/Output Stream) در زبانـهای شیئ گـرا را بـا مفـهوم سوکتـهای نـوع استریم اشتباه نکنید. InputStream و OutputStream دو کـلاس از کلاسـهای جـاوا (یـا C++) هستند.

```
DataInputStream din = new DataInputStream( in );
String response = din.readLine();
server.close();
}
catch (IOException e ) { }
```

در این مثال پس از ایجاد یک سوکت ، تلاش می‌شود تا با ماشینی با نام حوزهٔ foo.bar.com و شمارهٔ پورت ۱۲۳٤ ارتباط TCP برقرار شود. در صورت موفقیت‌آمیز بودن این عمل ، استریمهای ورودی و خروجیِ ایجاد شده برای سوکت ، بدست می‌آید (در استریمهای in و out) تا بتوان روی آنها عملیات ورودی / خروجی انجام داد. نهایتاً پس از ارسال و دریافت ، از طریق این استریمها سوکت بسته می‌شود.

حال به کلاس سوکتی که در سمت سرویس‌دهنده باید ایجاد شود و برخی متودهای آن ، دقت کنید :

```
ServerSocket( int port)
ServerSocket(int port, int count)
synchronized void close()
Socket accept()
```

متودهای اول و دوم به گونه‌ای که از ظاهر آنها پیداست ، متودهای **سازنده** هستند و پارامتر port ، آدرس (شمارهٔ) پورتی است که باید در سمت سرویس‌دهنده به سوکت مقید (bind) شود. در متود دوم پارامتر count زمان انتظار برای گوش دادن به پورت جهت برقراری ارتباط است. در ServerSocket ، بطور درونی و خودکار عمل گوش دادن به پورت (listen) ، انجام می‌شود. متود accept دقیقاً طبق مفهومی که در ابتدای فصل عنوان شد ، یکی از ارتباطات معلق را برای پردازش به برنامه هدایت می‌کند. مقدار برگشتی این متود ، مشخصهٔ یک شیئ سوکت است که می‌توان استریمهای ورودی/خروجی آنرا بدست آورده و روی آنها ارسال یا دریافت داشت. در مثال زیر که متناظر با برنامهٔ مثال قبلی است (یعنی در این دو مثال یکی سرویس‌دهنده و دیگری مشتری است) ، پس از ایجاد یک سوکت و مقید کردن شمارهٔ پورت ۱۲۳٤ ، یکی از ارتباطات معلق (در صورت وجود) پذیرفته شده و پس از عملیات ارسال و دریافت ، آن ارتباط بسته خواهد شد.

```
// Meanwhile, on foo.bar.com...
try {
  ServerSocket listener = new ServerSocket( 1234 );

  while ( !finished ) {
    Socket aClient = listener.accept();   // wait for connection
```

```
      InputStream in = aClient.getInputStream();
      OutputStream out = aClient.getOutputStream();

      // Read a byte
      Byte importantByte = in.read();

      // Read a string
      DataInputStream din = new DataInputStream( in );
      String request = din.readLine();

      // Write a byte
      out.write(43);

      // Say "Goodbye"
      PrintStream pout = new PrintStream( out );
      pout.println("Goodbye!");

      aClient.close();
    }
    listener.close();
}
catch (IOException e ) { }
```

از بین متودهای متنوعی که در کلاس Socket تعریف شده ، دو متـــود زیـر در برخـی از کاربردهـا بسیار مفیدند :

- **getport()** : این متود که متعلق بـه کـلاس Socket اسـت ، شـمارهٔ پورت انتخـاب شـده بـرای سوکت را بر می‌گرداند.
- **getHostName()** : این متود نام ماشین (نام نمادین) متناظر با یک سوکت را بر می‌گردانـد. ایـن دو تابع زمانی مفید است که در سمت سرویس‌دهنده ، برنامه بخواهد با پذیرفتن یک ارتباط و دریافت شیئ Socket متناظر با آن ، هویت طرف مقابل ارتباط را تشخیص بدهد.

کلاسهای Socket و ServerSocket در جاوا بسـیار سـاده هسـتند و براحتـی می‌تـوان آنـها را مـورد استفاده قرار داد. (در مورد سوکتهای دیتاگرام فعلاً مطلبی را مطـرح نمی‌کنیـم. در صـورت تمـایل بـه مراجع فصل مراجعه نمایید.)

۱۳) مراجع این فصل

مجموعهٔ مراجع زیر می‌توانند برای دست آوردن جزییات دقیق و تحقیـق جـامع در مـورد مفـاهیم معرفی شده در این فصل مفید واقع شوند.

1. **Beej's Guide to Network Programming Using Internet Sockets, 1998.**
   http://www.ects.csuchico.edu/~beej/guide/net
2. **Unix Network Programming, volumes 1-2 ,** W. Richard Stevens. Prentice Hall.
3. **Internetworking with TCP/IP,** Commer D.E. ,Prentice-Hall, 1996.
4. **Exploring Java, Patrick Niemeyer & Joshua Peck;** 1-56592-184-271-9, 2nd Edition July 1997 (est.)
5. **Java 1.2 Unleashed, Jamie Jaworski ,** Macmillan Computer Publishing,1998.
6. **Java By Example, Clayton Walnum,** Copyright© 1996 by Que® Corporation