

امنیت بیشتر با SSL

فهرست

۱	مقدمه‌ای بر رمزنگاری.....	۱
۲	پروتکل SSL.....	۵
۶	۱-۲ پروتکل ارتباطی SSL.....	۶
۸	۲-۲ اثبات هویت سرور.....	۸
۹	۳ ایجاد کردن کلید و گواهی با استفاده از دستور openssl.....	۹
۱۱	۳-۱ دستور genrsa.....	۱۱
۱۲	۳-۲ دستور rsa.....	۱۲
۱۳	۳-۳ دستور req.....	۱۳
۱۵	۳-۴ دستور x509.....	۱۵
۱۷	۴ استفاده از SSL برای امن کردن سرویس‌ها.....	۱۷

۱ مقدمه‌ای بر رمزنگاری

در شبکه‌های باز سه مشکل عمده در زمینه تبادل اطلاعات بین موجودیت‌ها خودنمایی می‌کند. این مشکلات عبارتند از محرمانگی داده‌ها، تمامیت داده‌ها و تایید هویت طرف‌های ارسال‌کننده و دریافت‌کننده. روش‌های رمزنگاری برای فائق آمدن بر این مشکلات طراحی شدند. دو روش رمزنگاری عمده عبارتند از:

- رمزنگاری متقارن^۱

- رمزنگاری نامتقارن^۲

در روش رمزنگاری متقارن کلید رمزنگاری و کلید رمزگشایی هر دو یکسان هستند یا به سهولت از روی هم قابل محاسبه هستند. اولین مشکل این روش تبادل کلید است که باید از طریق یک کانال امن صورت گیرد. مشکل دوم آن است که هر دو موجودیت باید یک کلید مشترک باهم داشته باشند. مشکل سوم نیز سختی ورود موجودیت‌های جدید به سیستم می‌باشد. آزمایشی این روش سهولت پیاده‌سازی و سرعت بالای آن را می‌توان نام برد.

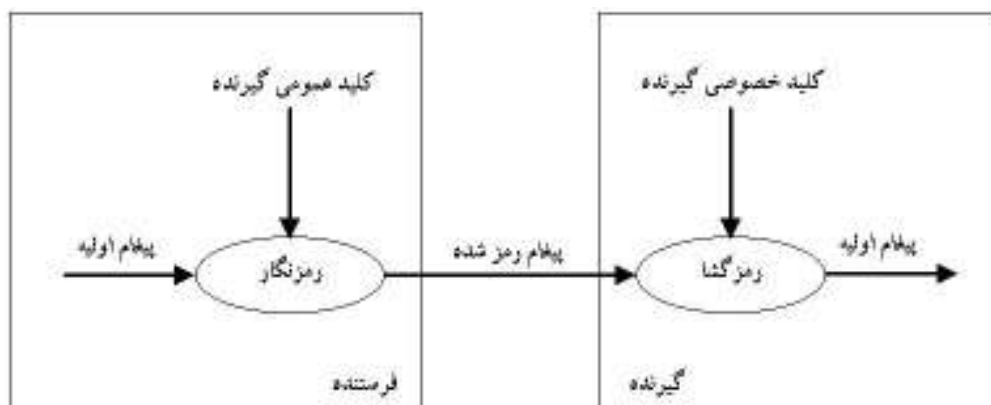


شکل ۱- رمزنگاری متقارن

در روش رمزنگاری نامتقارن هر موجودیتی دو کلید مرتبط به هم با نام‌های کلید عمومی و کلید خصوصی دارد که به دست آوردن آنها از روی همدیگر به لحاظ محاسباتی تقریباً غیرممکن است. داده‌هایی که با یکی از این دو کلید رمز شود با کلید دیگر رمزگشایی می‌شود. کلید خصوصی محرمانه تلقی شده و نزد موجودیت می‌ماند اما کلید عمومی منتشر می‌شود. بنابراین در صورتی که دیگران بخواهند اطلاعاتی برایش ارسال کنند که فقط خود وی بتواند بخواند آن را با کلید عمومی‌اش رمز می‌کنند و می‌فرستند. اگر خود آن موجودیت بخواهد پیغامی را امضاء کند آن را با کلید خصوصی‌اش رمز می‌کند و دیگران از کلید عمومی متناظر آن برای بازکردن پیغام استفاده می‌کنند تا مطمئن شوند که پیغام از طرف او بوده است. مشکل اصلی این روش تطبیق کلید عمومی با موجودیت است؛ یعنی بتوان اطمینان حاصل کرد که K کلید عمومی موجودیت X است. برای حل این مشکل زیرساخت کلید عمومی ابداع شد.

¹ Symmetric Cryptography

² Asymmetric Cryptography



شکل ۲ - رمزنگاری نامتقارن

▪ محرمانگی^۳

منظور از محرمانگی آن است که اطلاعات ردوبدل شده توسط موجودیت‌های غیرمجاز قابل فهم نباشد. محرمانگی از طریق رمز کردن اطلاعات ارسالی با یک کلید متقارن تصادفی به دست می‌آید الگوریتم‌های متقارن به لحاظ سرعت بیشتری که دارند در رمز کردن حجم‌های بزرگ اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرند. کلید متقارن تصادفی نیز با کلید عمومی گیرنده رمز می‌شود و همراه اطلاعات فرستاده می‌شود. گیرنده ابتدا با استفاده از کلید خصوصی‌اش، کلید متقارن تصادفی را می‌یابد و سپس با استفاده از آن کل اطلاعات را رمزگشایی می‌کند.

▪ تمامیت داده‌ها

منظور از تمامیت داده‌ها دریافت داده‌ها به همان صورت ارسال شده‌است. تمامیت با محاسبه مقدار Hash پیغام ارسالی و رمز کردن حاصل با کلید خصوصی فرستنده حاصل می‌شود (امضای دیجیتالی). خصوصیت تابع Hash آن است که پیغام‌های متفاوت، مقادیر Hash متفاوت دارند و پیدا کردن دو پیغام که دارای مقدار Hash یکسان باشند به لحاظ محاسباتی غیرممکن است. امضای دیجیتالی حاصل رمز کردن مقدار Hash با کلید خصوصی فرستنده است که به همراه پیغام اصلی فرستاده می‌شود. در سمت گیرنده برای آزمودن تمامیت داده‌های دریافتی مقدار Hash پیغام دریافتی را حساب می‌کنند و سپس امضای دیجیتالی را با کلید عمومی فرستنده باز می‌کنند و این دو را با هم مقایسه می‌کنند، در صورت تساوی تمامیت داده‌ها احراز می‌شود.

³ Confidentiality

▪ تصدیق پیام و موجودیت

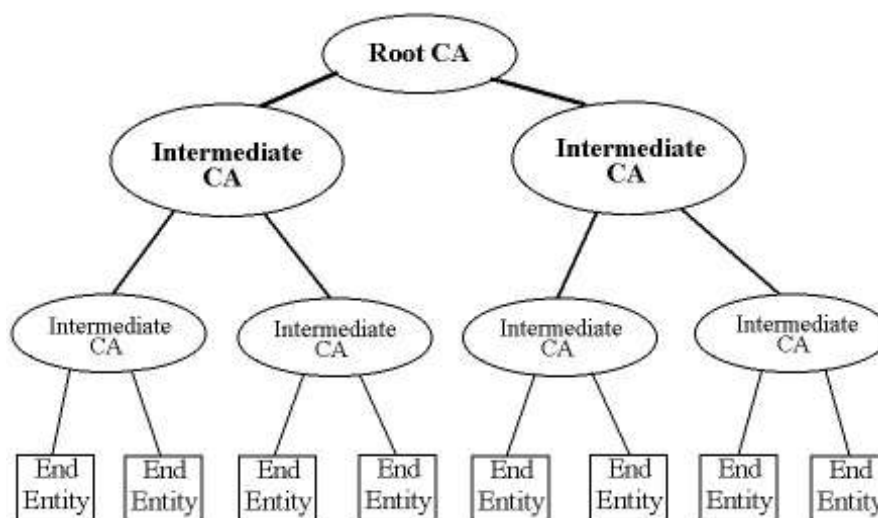
تصدیق موجودیت بر اساس میزان اطمینان از مالکیت انحصاری یک کلید خصوصی توسط آن موجودیت که توسط یک گواهینامه دیجیتالی^۴ مشخص می‌شود و میزان اعتبار گواهینامه مربوطه انجام می‌شود. درحالی‌که در اکثر سیستم‌های جاری تصدیق موجودیت براساس کد کاربری و کلمه عبور انجام می‌شود گواهینامه‌ها راه جدیدی برای تصدیق موجودیت پیشنهاد می‌کند که اساس آن داشتن کلید خصوصی مرتبط با کلید عمومی موجود در آنهاست در عمل معمولاً ترکیب دو روش ذکرشده استفاده می‌شود. تصدیق پیغام با استفاده از آزمون تمامیت داده‌ها انجام می‌شود. درواقع تصدیق پیغام و تمامیت داده‌ها لازم و ملزوم یکدیگرند. تمامیت داده‌ها در صورتی که مبدا پیغام تصدیق نشود ارزش چندانی ندارد و تصدیق مبدا پیغام ارزش ندارد اگر تمامیت داده‌ها حفظ نشود.

▪ سرویس‌گر گواهینامه^۵

سرویس‌گر گواهینامه وظیفه صادرکردن، مدیریت و فسخ کردن گواهینامه را برعهده دارد. سایر موجودیت‌های دخیل باید گواهینامه این سرویس‌گر را به‌خوبی بشناسند (کلید عمومی‌اش را بدانند). این سرویس‌گر می‌تواند وظایف خود را با صادرکردن گواهینامه‌های مخصوص سرویس‌گرهای گواهینامه به موجودیت‌های دیگری در سطح پایین تر محول کند و به این ترتیب سلسله مراتب سرویس‌گر گواهینامه را تشکیل دهد. هدف از این کار مدیریت ساده‌تر (پیاده‌سازی سیاست‌های مختلف) و کارآیی بیشتر می‌باشد. دنباله مرتب گواهینامه‌ها از آخرین شعبه تا سرویس‌گر ریشه را زنجیره گواهینامه می‌نامند. هر گواهینامه شامل نام وامضای صادرکننده آن می‌باشد. گواهینامه سرویس‌گر ریشه توسط خودش امضا می‌شود. امضای یک گواهینامه ضامن حفظ تمامیت آن است.

^۴ Digital Certificate

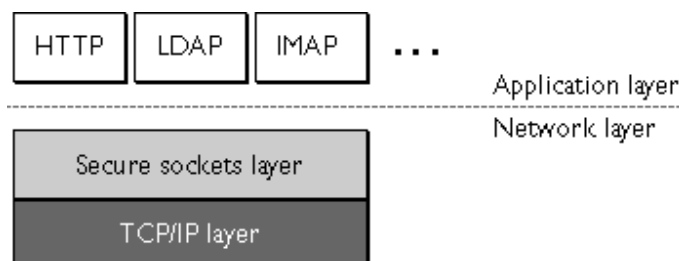
^۵ Certificate Authority (CA)



شکل ۳ - سلسله مراتب صدور گواهینامه

۲ پروتکل SSL^۶

پروتکل TCP/IP برای انتقال و مسیریابی داده‌ها بر روی شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. پروتکل‌هایی مانند LDAP، IMAP و HTTP در لایه بالایی پروتکل TCP/IP اجرا می‌شوند.



شکل ۴ - پروتکل SSL

همان‌طور که در شکل فوق مشاهده می‌شود SSL پایین‌تر از لایه کاربرد و بالاتر از لایه انتقال به اجرا درمی‌آید. SSL به یک سرور با قابلیت SSL اجازه می‌دهد که هویت خود را به یک سرویس‌گیر SSL اثبات نماید (عکس این عمل نیز امکان پذیر است)؛ همچنین اجازه می‌دهد که دو طرف یک اتصال امن رمزنگاری را ایجاد نمایند و اطلاعاتشان را به صورت کدشده منتقل کنند:

^۶ Secure Socket Layer

- اثبات هویت سرویس دهنده SSL : این قابلیت به سرویس گیر این امکان را می دهد که از هویت سرور اطمینان حاصل نماید. نرم افزار سرویس گیر SSL می تواند با استفاده از تکنیک استاندارد رمزنگاری کلید عمومی از اعتبار گواهی و کلید عمومی سرور اطمینان حاصل نماید. همچنین می تواند بررسی کند که مرکز صدور گواهی سرور، در لیست مراکز صدور گواهی قابل اعتماد خود قرار دارد یا نه.

- اثبات هویت سرویس گیر SSL : این قابلیت به سرور اجازه می دهد که هویت سرویس گیر را تأیید نماید.

- اتصال امن SSL : این قابلیت به دو نرم افزار سرور و سرویس گیر اجازه می دهد که اطلاعاتشان را به صورت رمز شده مبادله نمایند.

پروتکل SSL از دو پروتکل جزئی تر تشکیل شده است : SSL Record Protocol و SSL Handshake Protocol. پروتکل رکورد SSL فرمت انتقال داده ها را تعریف می کند. پروتکل ارتباطی SSL نیز نحوه استفاده از پروتکل رکورد SSL برای مبادله پیغام های سرویس گیر و سرور SSL را تعریف می نماید. هدف از مبادله این پیغام ها، دستیابی به اهداف زیر است:

- اثبات هویت سرور به سرویس گیر.
- انتخاب الگوریتم رمزنگاری توسط سرویس گیر و سرور به طوری که هر دو طرف آن را پشتیبانی کنند.
- اثبات هویت سرویس گیر به سرور (اختیاری).
- استفاده از رمزنگاری کلید عمومی برای تولید کلید اشتراکی.
- ایجاد اتصال رمزنگاری شده SSL.

۱-۲ پروتکل ارتباطی SSL

پروتکل SSL ترکیبی از رمزنگاری کلید عمومی و کلید اشتراکی را استفاده می نماید. رمزنگاری کلید اشتراکی سریع تر می باشد، در مقابل رمزنگاری کلید عمومی سرویس تأیید هویت مطمئن تری را ارائه می دهد. یک جلسه SSL با پیغام SSL Handshake آغاز می گردد. این فاز پروتکل به سرور اجازه می دهد که هویت خودش را با استفاده از تکنیک کلید عمومی به سرویس گیر اثبات نماید؛ سپس به

سرویس گیر و سرور اجازه ساخت کلید اشتراکی را می‌دهد. این کلید برای به رمز درآوردن داده‌ها، رمزگشایی داده‌ها و اطمینان از جامعیت پیغام مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فاز می‌تواند شامل اثبات هویت سرویس گیر به سرور نیز باشد. این مراحل به‌طور خلاصه در زیر آورده شده‌اند:

- سرویس گیر برای سرور شماره نسخه SSL مورد استفاده، الگوریتم رمز، داده تصادفی تولید شده و دیگر اطلاعاتی را که سرور برای ارتباط SSL با سرویس گیر نیاز دارد ارسال می‌نماید.
- سرور نیز اطلاعاتی که در مرحله اول گفته شد به‌علاوه گواهی خود را برای سرویس گیر ارسال می‌نماید. اگر نیاز به تأیید هویت سرویس گیر باشد سرور درخواست گواهی سرویس گیر را نیز ارسال می‌کند.
- سرویس گیر با استفاده از اطلاعاتی که توسط سرور ارسال شده هویت وی را بررسی می‌نماید. اگر هویت سرور اثبات نشد به کاربر اعلام می‌کند که امکان ایجاد اتصال رمزنگاری وجود ندارد.
- سرویس گیر با استفاده از داده‌هایی که تا به حال مبادله شده و نیز با توجه به الگوریتم توافقی یک کلید محرمانه اولیه^۷ ایجاد کرده و آن را با کلید عمومی سرور به رمز درمی‌آورد و فرم رمز شده آن را برای سرور ارسال می‌نماید.
- اگر سرور درخواست اثبات هویت سرویس گیر را کرده باشد سرویس گیر علاوه بر کلید محرمانه اولیه یک پیغام امضاء شده به همراه گواهی خود برای سرور ارسال می‌نماید.
- اگر سرور درخواست اثبات هویت سرویس گیر را کرده باشد سرور سعی در تأیید هویت سرویس گیر می‌نماید. اگر هویت سرویس گیر تأیید نشود اتصال خاتمه می‌یابد؛ در غیر این صورت سرور از کلید خصوصی خودش برای رمزگشایی کلید محرمانه اولیه استفاده می‌نماید.
- سرور و سرویس گیر با استفاده از کلید محرمانه اولیه کلید جلسه را تولید می‌نمایند که یک کلید اشتراکی و متقارن می‌باشد. اطلاعاتی که در طول یک جلسه SSL مبادله می‌گردد با استفاده از این کلید رمزنگاری و رمزگشایی می‌شود؛ همچنین با استفاده از آن می‌توان از جامعیت اطلاعات مبادله شده یعنی از تغییر نیافتن محتوای پیغام در طول انتقال اطمینان حاصل کرد.

⁷ Premaster Key

- سرویس گیر به وسیله پیغامی به سرور اطلاع می دهد که بقیه پیغامها بوسیله کلید جلسه رمز خواهند شد؛ سپس یک پیغام رمز شده به نشانه پایان یافتن فاز ارتباطی ارسال می نماید.
- سرور نیز به سرویس گیر پیغامی می فرستد که به نشانه پایان یافتن فاز ارتباطی می باشد.
- فاز ارتباطی SSL به اتمام رسیده و کلید جلسه SSL به اشتراک گذاشته شده است. سرویس گیر و سرور از این کلید جلسه برای به رمز درآوردن، رمزگشایی و اطمینان از جامعیت داده ها استفاده می نمایند.

۲-۲ اثبات هویت سرور

نرم افزار سرویس گیر SSL به تأیید هویت سرور نیاز دارد. همان طور که در مرحله ۲ از فاز ارتباطی SSL گفته شد سرور گواهی خود را برای سرویس گیر ارسال می کند تا هویت خودش را اثبات نماید. در مرحله ۳ سرویس گیر با استفاده از گواهی سرور هویت وی را بررسی می نماید. نرم افزار سرویس گیر SSL برای تأیید هویت سرور باید از چهار سؤال زیر پاسخ مثبت دریافت کند:

- آیا گواهی سرور معتبر است؟ سرویس گیر تاریخ جاری را با زمان اعتبار گواهی مقایسه می کند. اگر گواهی منقضی شده باشد فرآیند تأیید هویت قطع می گردد.
- آیا صادر کننده گواهی در لیست مراکز صدور گواهی قابل اعتماد سرویس گیر می باشد؟ هر سرویس گیر SSL لیستی از مراکز صدور گواهی قابل اعتماد خود را دارد. این لیست معین می کند که سرویس گیر گواهی چه سرورهایی را می پذیرد. بنابراین نام صادر کننده گواهی را که در فیلد DN از گواهی آمده با لیست مراکز صدور گواهی قابل اعتماد خود مقایسه می کند. اگر این نام در لیست نباشد هویت سرور تأیید نمی شود مگر آن که خود سرویس گیر بخواهد آن را به لیست خود اضافه نماید.
- آیا کلید عمومی مرکز صدور گواهی امضای الکترونیکی صادر کننده را تأیید می کند؟ سرویس گیر با استفاده از کلید عمومی مرکز صدور گواهی که از گواهی به دست آورده است امضای الکترونیکی گواهی را بررسی می نماید. اگر اطلاعات گواهی سرور بعد از امضای آن توسط مرکز صدور گواهی تغییر کرده باشد و یا کلید عمومی مرکز صدور گواهی با کلید

خصوصی که برای امضای گواهی سرور استفاده شده مطابقت نکند هویت سرور تأیید نخواهد شد.

- آیا نام دامنه در گواهی سرور با نام دامنه سرور مطابقت دارد؟ این مرحله تأیید می‌کند که سرور واقعاً در همان شبکه‌ای واقع شده که در نام دامنه گواهی ذکر شده‌است.

اگر پاسخ به تمام سؤالات فوق مثبت بود هویت سرور تأیید می‌گردد و در غیر این صورت اتصال SSL ایجاد نخواهد شد.

۳ ایجاد کردن کلید و گواهی با استفاده از دستور openssl

دستور openssl یک برنامه برای استفاده از امکانات توابع کتابخانه‌ای OpenSSL^۸ از طریق shell می‌باشد. با استفاده از این دستور می‌توان کارهای زیر را انجام داد:

- ایجاد کلیدهای RSA، DH و DSA
- ایجاد گواهی، CSR و CRL در استاندارد x.509
- محاسبه چکیده پیغام
- رمز کردن و رمزگشایی به وسیله الگوریتم‌های رمز
- تست کردن سرور و سرویس گیر SSL و TLS
- مدیریت پیغام‌های رمز شده S/MIME

دستور openssl دارای فرمت زیر است:

`openssl command [command_opts] [command_args]`

پارامتر *command* مقادیر متعددی می‌تواند داشته‌باشد که نوع عملکرد دستور را تعیین می‌کند. البته استفاده از عده معدودی از آنها برای بسیاری از کاربران کفایت می‌کند. برای راه‌اندازی یک سرویس مبتنی بر SSL لازم است که کاربر یک کلید خصوصی به همراه یک CSR تولید کند، سپس این درخواست را برای یک مرکز صدور گواهی ارسال نماید که در مقابل یک گواهی از طرف مرکز صدور

^۸ <http://www.openssl.org>

گواهی برای وی فرستاده شود. یک راه دیگر این است که این درخواست توسط خود کاربر امضا شود^۹. در هر حالت با استفاده از دستورات `req`، `rsa`، `genrsa` و `x509` تمام این کارها را می‌توان انجام داد.

قبل از اینکه به بررسی این دستورات بپردازیم به یک نکته بد نیست اشاره شود. هنگام تولید کلید خصوصی می‌توان از یک `passphrase` برای برقراری امنیت بیشتر استفاده نمود. در این حالت برای استفاده از این کلید خصوصی باید `passphrase` مربوطه را وارد کرد. این روال شامل تمام گواهی‌های تولیدشده از این کلید خصوصی نیز می‌شود. این امر باعث می‌شود که کلید خصوصی یا گواهی در صورت دزدیده شدن قابل استفاده نباشد. از طرف دیگر اگر از چنین کلیدی برای راه‌اندازی یک سرویس استفاده شود هنگام اجرا کردن سرویس باید `passphrase` مربوطه را وارد کرد. این بدان معناست که چنین سرویسی به‌طور اتوماتیک نمی‌تواند اجرا شود و هر بار هنگام اجرا شدن یک نفر باید برای وارد کردن این `passphrase` حضور فیزیکی داشته باشد. لذا کاربران باید با سنجیدن تمام جوانب کار درمورد استفاده از این امکان تصمیم‌گیری کنند.

کلمه `passphrase` توسط گزینه‌های `-passin` و `-passout` (به‌ترتیب برای ورودی و خروجی) مشخص می‌شود. اگر از گزینه‌های `-passin` یا `-passout` استفاده نشود `passphrase` مربوطه از ورودی استاندارد دریافت می‌شود. در هر کدام از دستورات `openssl` که نیاز به وارد کردن یک `passphrase` باشد می‌توان یکی از ترکیب‌های زیر را به‌عنوان پارامتر این دو گزینه به کار برد:

- `pass:passphrase` - از عبارت `passphrase` استفاده می‌شود.
- `env:var` - از مقدار متغیر محیطی `var` استفاده می‌شود.
- `file:pathname` - از سطر اول فایل `pathname` برای خواندن `passphrase` استفاده می‌شود. اگر از یک فایل برای دو گزینه `-passin` و `-passout` به‌طور همزمان استفاده شود، از سطر اول برای خواندن `passphrase` ورودی و از سطر دوم برای خواندن `passphrase` خروجی استفاده می‌شود.
- `fd:number` - از فایلی که شماره معرف^{۱۰} آن `number` باشد برای خواندن `passphrase` استفاده می‌شود.
- `stdin` - `passphrase` مربوطه از ورودی استاندارد خوانده می‌شود. این عملکرد پیشفرض سیستم است، پس نیازی به استفاده از `stdin` نیست.

^۹ self-signed certificate or root certificate

^{۱۰} descriptor

در قسمت‌های بعدی دستورات `genrsa`، `req rsa` و `x509` به همراه بعضی از گزینه‌های متداول آنها توضیح داده می‌شود. اطلاعات بیشتر در مورد این دستورات در صفحات `manual` آنها وجود دارد.

۱-۳ دستور `genrsa`

این دستور برای تولید کلید خصوصی RSA به کار می‌رود. فرم کلی این دستور به شکل زیر می‌باشد:

```
openssl genrsa [-out filename] [-passout arg] [-des] [-des3] [-idea] [-f4] [-3] [-rand file(s)]
[numbits]
```

گزینه‌های متداول:

<code>-out filename</code>	نام فایل خروجی را که کلید خصوصی در آن نوشته می‌شود مشخص می‌کند. اگر از این گزینه استفاده نشود خروجی در <code>stdout</code> نوشته می‌شود.
<code>-des -des3 -idea</code>	از یکی از الگوریتم‌های DES، DES3 یا IDEA برای رمز کردن کلید خصوصی استفاده می‌کند.
<code>-passout arg</code>	در صورتی که از یکی از الگوریتم‌های DES، DES3 یا IDEA برای رمز کردن کلید استفاده شود برای مشخص کردن passphrase فایل خروجی از این گزینه استفاده می‌شود.
<code>numbits</code>	طول کلید را مشخص می‌کند. مقدار پیشفرض آن ۵۱۲ است.

دستور زیر یک کلید خصوصی به طول ۱۰۲۴ بیت و بدون passphrase تولید می‌کند:

```
openssl genrsa -out rsakey.pem 1024
```

دستور زیر یک کلید خصوصی به طول ۱۰۲۴ رمز شده با الگوریتم DES3 و یک passphrase خاص تولید می‌کند:

```
openssl genrsa -out rsakey.pem -passout pass:enter-pass-here -des3 1024
```

۲-۳ دستور rsa

این دستور برای مدیریت کلیدهای RSA به کار می‌رود. با استفاده از این دستور می‌توان کلیدها را از یک فرمت به فرمت دیگر تبدیل کرد، محتوای آنها را تغییر داد، یا مقدار فیلدهای مختلف کلید را مشاهده نمود. فرم کلی این دستور به شکل زیر می‌باشد:

```
openssl rsa [-inform PEM|NET|DER] [-outform PEM|NET|DER] [-in filename] [-passin arg] [-out filename] [-passout arg] [-sgckey] [-des] [-des3] [-idea] [-text] [-noout] [-modulus] [-check] [-pubin] [-pubout]
```

گزینه‌های متداول:

-inform	فرمت کلید ورودی را تعیین می‌کند که می‌تواند PEM، NET یا DER باشد. مقدار پیشفرض آن PEM است.
-outform	فرمت کلید خروجی را تعیین می‌کند که می‌تواند PEM، NET یا DER باشد. مقدار پیشفرض آن PEM است.
-in filename	فایل ورودی را که شامل یک کلید خصوصی است مشخص می‌کند. اگر از این گزینه استفاده نشود کلید ورودی از ورودی استاندارد خوانده می‌شود.
-passin arg	اگر کلید ورودی رمز شده باشد passphrase آن با این گزینه مشخص می‌شود.
-out filename	فایلی را که کلید خصوصی در آن نوشته شده مشخص می‌کند. اگر از این گزینه استفاده نشود کلید خروجی در خروجی استاندارد نوشته می‌شود.
-passout arg	اگر کلید خروجی رمز شده باشد passphrase آن با این گزینه مشخص می‌شود.
-des -des3 -idea	از یکی از الگوریتم‌های DES، DES3 یا IDEA برای رمز کردن کلید خصوصی استفاده می‌کند.
-text	فیلدهای کلید خصوصی را علاوه بر حالت گذشته به صورت متنی ساده نیز به خروجی می‌فرستد.
-noout	با استفاده از این گزینه فرم گذشته فیلدهای کلید خصوصی در خروجی ظاهر نمی‌شوند.

-modulus	قسمت modulus کلید را در خروجی ظاهر می کند.
----------	--

دستور زیر passphrase یک کلید خصوصی را پاک می کند:

```
openssl rsa -in inkey.pem -passin file: pass-file-here -out outkey.pem
```

دستور زیر یک کلید خصوصی را رمز می کند (passphrase از ورودی استاندارد خوانده می شود):

```
openssl rsa -in inkey.pem -des3 -out outkey.pem
```

دستور زیر محتویات یک کلید خصوصی را نشان می دهد:

```
openssl rsa -in inkey.pem -text -noout
```

۳-۳ دستور req

از این دستور برای مدیریت CSR استفاده می شود، هرچند می توان از آن برای تولید کلید خصوصی و گواهی نیز استفاده نمود. فرم کلی این دستور به شکل زیر می باشد:

```
openssl req [-inform PEM|DER] [-outform PEM|DER] [-in filename] [-passin arg] [-out filename] [-passout arg] [-text] [-noout] [-verify] [-modulus] [-new] [-rand file(s)] [-newkey rsa:bits] [-newkey dsa:file] [-nodes] [-key filename] [-keyform PEM|DER] [-keyout filename] [-[md5|sha1|md2|mdc2]] [-config filename] [-x509] [-days n] [-asn1-kludge] [-newhdr] [-extensions section] [-reqexts section]
```

گزینه های متداول:

-inform	فرمت CSR ورودی را تعیین می کند که می تواند PEM، NET یا DER باشد. مقدار پیش فرض آن PEM است.
-outform	فرمت CSR خروجی را تعیین می کند که می تواند PEM، NET یا DER باشد. مقدار پیش فرض آن PEM است.
-in filename	فایل ورودی را که شامل یک CSR است مشخص می کند. اگر از این گزینه استفاده نشود CSR ورودی از ورودی استاندارد خوانده می شود.
-passin arg	اگر CSR ورودی رمز شده باشد passphrase آن با این گزینه مشخص می شود.
-out filename	فایلی را که CSR در آن نوشته شده مشخص می کند. اگر از این گزینه

	استفاده نشود CSR در خروجی استاندارد نوشته می‌شود.
-passout <i>arg</i>	اگر CSR رمز شده باشد passphrase آن با این گزینه مشخص می‌شود.
-text	فیلدهای CSR را علاوه بر حالت گذشته به صورت متنی ساده نیز به خروجی می‌فرستد.
-noout	با استفاده از این گزینه فرم گذشته فیلدهای CSR در خروجی ظاهر نمی‌شوند.
-modulus	قسمت modulus کلید عمومی داخل CSR را در خروجی ظاهر می‌کند.
-new	استفاده از این گزینه باعث ایجاد یک CSR می‌شود و اطلاعات مورد نیاز نیز از ورودی استاندارد گرفته می‌شود. برای ایجاد CSR از کلیدی که با گزینه -key مشخص شده استفاده می‌شود (اگر مشخص نشده باشد یک کلید تولید می‌شود).
-newkey rsa:bits	با استفاده از این گزینه یک کلید خصوصی RSA و یک CSR تولید می‌شود. bits تعداد بیت‌های کلید را مشخص می‌کند.
-keyout filename	این گزینه نام فایلی را که کلید خصوصی در آن نوشته می‌شود مشخص می‌کند.
-x509	با استفاده از این گزینه به جای CSR یک گواهی root ایجاد می‌شود.
-days <i>n</i>	اگر از گزینه x509 استفاده شده باشد <i>n</i> میزان اعتبار گواهی را مشخص می‌کند.

دستور زیر با استفاده از یک کلید خصوصی یک CSR تولید می‌کند:

```
openssl req -new -key key.pem -out req.pem
```

دستور زیر یک کلید خصوصی و یک CSR به طور همزمان تولید می‌کند:

```
openssl req -newkey rsa:1024 -keyout key.pem -out req.pem
```

دستور زیر یک کلید خصوصی و یک گواهی root به طور همزمان تولید می‌کند:

```
openssl req -x509 -newkey rsa:1024 -keyout key.pem -out cert.pem
```

۴-۳ دستور x509

از این دستور برای مدیریت گواهی توسط یک مرکز صدور گواهی استفاده می‌شود. فرم کلی این دستور به شکل زیر می‌باشد:

```
openssl x509 [-inform DER|PEM|NET] [-outform DER|PEM|NET] [-keyform DER|PEM] [-CAform DER|PEM] [-CAkeyform DER|PEM] [-in filename] [-out filename] [-serial] [-hash] [-subject] [-issuer] [-nameopt option] [-email] [-startdate] [-enddate] [-purpose] [-dates] [-modulus] [-fingerprint] [-alias] [-noout] [-trustout] [-cltrust] [-clreject] [-addtrust arg] [-addreject arg] [-setalias arg] [-days n] [-signkey filename] [-x509toreq] [-req] [-CA filename] [-CAkey filename] [-CAcreateserial] [-CAserial filename] [-text] [-C] [-md2|-md5|-sha1|-mdc2] [-clrext] [-extfile filename] [-extensions section]
```

گزینه‌های متداول:

-inform	فرمت CSR ورودی را تعیین می‌کند که می‌تواند PEM، NET یا DER باشد. مقدار پیشفرض آن PEM است.
-outform	فرمت CSR خروجی را تعیین می‌کند که می‌تواند PEM، NET یا DER باشد. مقدار پیشفرض آن PEM است.
-in filename	فایل ورودی را که شامل یک CSR است مشخص می‌کند. اگر از این گزینه استفاده نشود CSR ورودی از ورودی استاندارد خوانده می‌شود.
-out filename	فایلی را که CSR در آن نوشته شده مشخص می‌کند. اگر از این گزینه استفاده نشود CSR در خروجی استاندارد نوشته می‌شود.
-text	فیلدهای CSR را علاوه بر حالت گذشته به صورت متنی ساده نیز به خروجی می‌فرستد.
-noout	با استفاده از این گزینه فرم گذشته فیلدهای CSR در خروجی ظاهر نمی‌شوند.
-modulus	قسمت modulus کلید عمومی داخل گواهی را در خروجی ظاهر می‌کند.
-serial	شماره سریال گواهی را در خروجی ظاهر می‌کند.
-hash	مقدار hash نام صاحب گواهی را در خروجی ظاهر می‌کند.
-subject	نام صاحب گواهی را در خروجی ظاهر می‌کند.

-issuer	نام صادرکننده گواهی را در خروجی ظاهر می کند.
-email	آدرس پست الکترونیکی صاحب گواهی را در خروجی ظاهر می کند.
-startdate	تاریخ صدور گواهی را در خروجی ظاهر می کند.
-enddate	تاریخ انقضای گواهی را در خروجی ظاهر می کند.
-dates	تاریخ صدور و انقضای گواهی را در خروجی ظاهر می کند.
-fingerprint	امضای دیجیتالی گواهی را در خروجی ظاهر می کند.
-signkey filename	استفاده از این گزینه باعث می شود که یک گواهی root با استفاده از کلید خصوصی قرار گرفته در filename ایجاد شود.
-keyfrom	فرمت کلید خصوصی ورودی را مشخص می کند که می تواند PEM یا DER باشد. مقدار پیشفرض آن PEM است.
-days n	اگر از گزینه x509- استفاده شده باشد n میزان اعتبار گواهی را مشخص می کند.
-x509toreq	این گزینه یک گواهی را به یک CSR تبدیل می کند. از کلید خصوصی داده شده در گزینه signkey- برای این کار استفاده می شود.
-req	در حالت پیشفرض یک گواهی به عنوان ورودی خوانده می شود. با استفاده از این گزینه یک CSR در ورودی خوانده می شود.
-CA filename	گواهی متعلق به مرکز صدور گواهی که برای امضا کردن استفاده می شود توسط این گزینه مشخص می شود.
-CAkey filename	کلید خصوصی مرکز صدور گواهی که برای امضا کردن از آن استفاده می شود توسط این گزینه مشخص می شود.
-CAserial filename	فایل حاوی شماره سریال certificateها را مشخص می کند. مقدار پیشفرض برای نام این فایل عبارت است از نام پایه گواهی مربوط به مرکز صدور گواهی به علاوه پسوند srl.
-CAcreateserial filename	فایل شماره سریال certificateها را ایجاد می کند.
-extfile filename	فایلی را که extensionهای مورد استفاده در آن قرار دارند مشخص می کند.
-extensions section	برای افزودن یک extension خاص به گواهی از این گزینه استفاده می شود.

دستور زیر اطلاعات متنی یک گواهی را نشان می‌دهد:

```
openssl x509 -in cert.pem -noout -text
```

دستور زیر شماره سریال یک گواهی را نشان می‌دهد:

```
openssl x509 -in cert.pem -noout -serial
```

دستور زیر نام صاحب یک گواهی را نشان می‌دهد:

```
openssl x509 -in cert.pem -noout -subject
```

دستور زیر امضای دیجیتالی یک گواهی را نشان می‌دهد:

```
openssl x509 -in cert.pem -noout -fingerprint
```

دستور زیر یک گواهی را از فرمت PEM به فرمت DER تبدیل می‌کند:

```
openssl x509 -in cert.pem -inform PEM -out cert.der -outform DER
```

دستور زیر یک گواهی را به یک CSR تبدیل می‌کند:

```
openssl x509 -x509toreq -in cert.pem -out req.pem -signkey key.pem
```

دستور زیر یک CSR را به یک گواهی root تبدیل می‌کند:

```
openssl x509 -req -in careq.pem -signkey key.pem -out cacert.pem
```

دستور زیر یک CSR را با استفاده از گواهی و کلید خصوصی مرکز صدور گواهی امضا می‌کند:

```
openssl x509 -req -in req.pem -CA cacert.pem -CAkey key.pem -CAcreateserial
```

۴ استفاده از SSL برای امن کردن سرویس‌ها

برای امن کردن سرویس‌های مختلف توسط SSL دو حالت وجود دارد:

- سرویس موردنظر دارای امکانات SSL می‌باشد و می‌تواند اطلاعات رمز شده را دریافت و ارسال نماید (مانند سرور وب Apache). در این حالت فقط با پی‌کربندی سرور مربوطه امکان استفاده از SSL به آن اضافه می‌گردد.
- سرویس موردنظر دارای امکانات SSL نمی‌باشد و قادر به دریافت و ارسال اطلاعات رمز شده نمی‌باشد (مانند سرور IMAP). در این حالت باید از نرم‌افزارهایی تحت عنوان SSL Wrapper

استفاده کرد. این نوع نرم‌افزارها که از متداول‌ترین آنها می‌توان به Stunnel^{۱۱} اشاره کرد ترافیک ورودی رمز شده را دریافت کرده پس از رمزگشایی برای سرور می‌فرستند و ترافیک خروجی را از سرور دریافت کرده پس از رمز کردن ارسال می‌کنند.

در هر دو حالت برای کار با SSL نیاز به یک کلید خصوصی و گواهی می‌باشد که آنها را می‌توان بدین طریق ایجاد کرد:

- تولید یک کلید خصوصی:

```
openssl genrsa -out key.pem 1024
```

- تولید یک CSR:

```
openssl req -new -key key.pem -out csr.pem
```

- فرستادن CSR به یک مرکز صدور گواهی یا امضا کردن آن توسط کلید خصوصی. برای امضا کردن CSR استفاده از دستور زیر کفایت:

```
openssl x509 -req -in csr.pem -signkey key.pem -out cert.pem -days 365
```

در این قسمت برای روشن‌تر شدن موضوع نحوه استفاده از SSL به همراه سرور POP3 توضیح داده می‌شود.

برای استفاده از SSL به همراه سرور POP3 از نرم‌افزار Stunnel استفاده می‌شود. استفاده از Stunnel به دو طریق ممکن است:

- Stunnel اطلاعات رمز شده را از پورت شماره ۹۹۵ دریافت کرده و آنها را به پورت شماره ۱۱۰ بفرستد و این اطلاعات توسط سروری که به پورت شماره ۱۱۰ گوش می‌دهد پردازش شوند. در این صورت دستور زیر را باید در scriptهای بوت سیستم قرار داد:

```
stunnel -d 995 -p /usr/local/ssl/certs/stunnel.pem -r localhost:110
```

- Stunnel اطلاعات رمز شده را از پورت شماره ۹۹۵ دریافت کرده و یک سرویس را برای پردازش این اطلاعات رمزگشایی شده اجرا کند. در این صورت دستور زیر را باید در scriptهای بوت سیستم قرار داد:

```
stunnel -d 995 -p /usr/local/ssl/certs/stunnel.pem -l /usr/sbin/imapd
```

^{۱۱} <http://www.stunnel.org>

در هر دو دستور بالا `stunnel.pem` یک فایل است که به ترتیب شامل کلید خصوصی و گواهی سرور (به صورت رمز نشده) می باشد. در فایل `stunnel.pem` بعد از کلید خصوصی و نیز بعد از گواهی یک سطر خالی باید وجود داشته باشد.