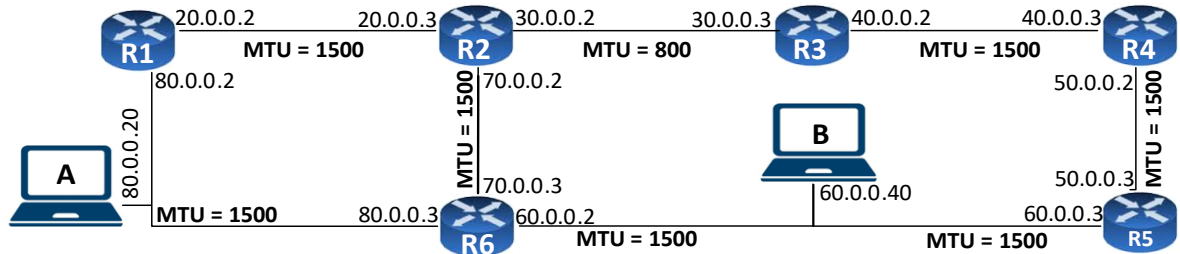


سوال ۱: در شبکه زیر، در زمان ۰ لایه IP گره A (پایانه یک نهاد امنیتی) که از سیستم عامل لینوکس با هسته 2.0.x kernel استفاده می کند از پروتکل UDP در لایه چهار (به شماره پورتکل ۱۷) یک بسته با اندازه ۱۴۰۰ بایت جهت ارسال به مقصد گره B (پایانه پلیس امنیت) دریافت می کند. در ادامه، فرض می کنیم عبور بسته از هر گام، یک میلی ثانیه زمان می برد و ساعت همه سیستم ها با هم هماهنگ است. همچنین، در شکل زیر ^۱MTU، بزرگترین اندازه کل بسته (اعم از سرپند^۲ و داده) را در لایه IP مشخص می کند. مقادیر پیش فرض TTL مورد استفاده در تعدادی از سیستم های عامل امروزی در لینک <http://subinsb.com/default-device-ttl-values> قابل مشاهده است.



الف) در صورت استفاده از الگوریتم مسیریابی کوتاهترین مسیر، این بسته چه مسیری را از مبدا به سمت مقصد طی خواهد کرد؟ (دنباله مسیریاب هایی که برای رسیدن به مقصد از آنها عبور می کند)

A → R6 → B

ب) با فرض اینکه بسته آپشنی حمل نمی کند، اطلاعات بسته را در گره A مطابق فرمت دیتاگرام IP روی شکل زیر تکمیل کنید. مقدار فیلد Checksum را هم در مبنای ۱۶ تکمیل نمایید.

VER = 4	HLEN = 5	ToS = 0	Total Length = 1420			
Identification = 1			<div></div>	D=0	M=0	Fragmentation Offset = 0
TTL = 64		Protocol = 17		Checksum = 16DA		
Source IP Address = 80.0.0.20						
Destination IP Address = 60.0.0.40						
Option						

ج) حال فرض کنید، متخصصین امنیت شبکه نسبت به لورفتن و تاخیر ارسال برخی اطلاعات جابجا شده روی شبکه در هفته های اخیر هشدار داده اند و لذا با توجه به محتوای امنیتی بسته گفته شده در سوال ۱ می خواهند با استفاده از آپشن اختیاری Loose Source Route حتما از مسیریاب هایی که توسط ISP های خارجی مدیریت می شوند اجتناب کنند. چنانچه تنها مسیریاب R6 متعلق به شبکه یک ISP خارجی باشد، کوتاهترین مسیری که این بسته بتواند بدون نگرانی امنیتی از مبدا به مقصد برسد چه مسیری است؟ (دنباله مسیریاب هایی که برای رسیدن به مقصد از آنها عبور می کند).

A → R1 → R2 → R3 → R4 → R5 → B

¹Maximum Transmission Unit

² Header

د) با توجه به مسائل امنیتی، حداقل آدرس چه گره‌هایی باید در لیست آدرس‌های مشخص‌شده در آپشن Loose Source Route قرار بگیرد؟ (در صورت وجود چند انتخاب با تعداد گره‌های برابر، انتخابی که تعداد بیشتری مسیریاب با شماره زوج دارد را در نظر بگیرید).

R1, R2, R4

ه) با توجه به فرمت آپشن اختیاری Loose Source Route در شکل زیر، فیلدهای این آپشن را روی شکل تکمیل کنید. اگر برخی از آدرس‌های IP اضافه هستند جلوی آن‌ها کلمه «حذف» را بنویسید بطوریکه در فیلد Last IP Address آخرین آدرس قرار بگیرد.

Code = 100011	Length = 15	Pointer = 4
First IP Address = 80.0.0.2		
Second IP Address = 20.0.0.3		
Third IP Address = 40.0.0.3		
Fourth IP Address = حذف		
Fifth IP Address = حذف		
Last IP Address = حذف		

و) یکی از راه‌های بررسی پردازش مغرضانه روی بسته‌ها (مثلاً برای حمله آنالیز رمز)، بررسی برجسب زمانی عبور بسته از هر یک از گره‌های شبکه می‌باشد. به این منظور، گره A تصمیم می‌گیرد به عنوان دومین آپشن، به بسته‌ها آپشن اختیاری Timestamp را نیز اضافه کند، اما چون به مسیریاب‌های با شماره فرد اعتماد کافی ندارد، صرفاً می‌خواهد ثبت برجسب زمانی در مسیریاب‌های با شماره زوج در مسیر مورد نظر برای بسته صورت بگیرد. با توجه به فرمت آپشن اختیاری Timestamp در شکل زیر، فیلدهای این آپشن را روی شکل تکمیل کنید.

Code = 01000100	Length = 20	Pointer = 5	O-Flow = 0	Flags = 3
First IP Address = 30.0.0.2				
First Timestamp =				
Second IP Address = 50.0.0.2				
Second Timestamp =				
Third IP Address = حذف				
Third Timestamp = حذف				
Fourth IP Address = حذف				
Fourth Timestamp = حذف				
Fifth IP Address = حذف				
Fifth Timestamp = حذف				
Last IP Address = حذف				
Last Timestamp = حذف				

Flag = 0 ثبت فقط Timestamp، Flag = 1 ثبت Timestamp و آدرس IP، flag = 3 ثبت Timestamp برای IP‌های داده شده.

ز) آیا با توجه به دو آپشن اضافه شده به سربرند بسته، این بسته به اضافه کردن آپشن‌های تک بایتی No Operation یا End Of Option نیاز خواهد داشت؟ در ابتدا یا انتهای آپشن؟ علت پاسخ را برای هر کدام از این دو نوع آپشن مشخص کنید.

به آپشن No-op نیاز خواهد داشت. این آپشن باید در ابتدای آپشن اول اضافه شود. علت این انتخاب این است که ساختار آیپی‌های موجود در آپشن‌ها بتواند پشت هم در ۴ بایت توسط روترها خوانده شود.

ح) با توجه به فرمت آپشن‌های Loose Source Route و Timestamp که در قسمت (ه) و (و) آورده شده است و آپشن‌های End Of Option و No Operation (در صورت اضافه کردن آن‌ها- مطابق پاسخ قسمت ز)) اندازه کل فیلد OPTION این بسته IP چند بایت خواهد بود؟ آیا اضافه کردن قسمت آپشن در بسته IP تغییری در مقدار فیلد یا فیلدها در سوال ب ایجاد خواهد کرد؟ به غیر از فیلد Checksum، مقدار فیلدهای سربرند اصلی بسته IP را در شکل زیر تکمیل کنید.

اندازه کل فیلد آپشن برابر ۳۶ بایت خواهد بود.
بله، این آپشن‌ها فیلد HLEN و Total Length موجود در هدرهای اصلی بسته را تغییر خواهند داد.

VER = 4	HLEN = 14	ToS = 0	Total Length = 1456		
Identification = 1			D=0	M=0	Fragmentation Offset = 0
TTL = 64	Protocol = 17		Checksum = -		
Source IP Address = 80.0.0.20					
Destination IP Address = 60.0.0.40					
Options (#bytes in total = 36)					

ت) حال فرض کنید، این بسته که آپشن(ها) هم به سربند IP آن اضافه شده است، روی شبکه ارسال شده است. آیا بسته در جایی از مسیر حرکت به سمت مقصد قطعه‌بندی خواهد شد؟ اگر بله، در کجا و چرا؟ در اینصورت، قطعات بسته را بدون نیاز به محاسبه Checksum بکشید و قسمت‌های مربوط به فیلد OPTION را در تک تک قطعات در صورت نیاز تکمیل نمایید. اگر خیر، علت آن را بنویسید.

برای انتقال بسته از R2 به R3 به خاطر اینکه MTU برابر ۸۰۰ است و از اندازه‌ی بسته کل بسته کوچک‌تر است، باید قطعه‌بندی انجام شود.

در مورد آپشن‌ها باید توجه کنیم که آپشن Timestamp دارای بیت Code = 0 است و نیازی به کپی کردن آن در تمامی قطعات نیست و فقط در قطعه‌ی اول باید وجود داشته باشد. به همین دلیل اندازه‌ی قسمت آپشن در بسته‌ی دوم کوچک‌تر خواهد بود.

قطعه‌بندی‌ای که در انتقال بسته از R2 به R3 رخ می‌دهد به صورت زیر است.
بسته‌ی اول:

VER = 4	HLEN = 14	ToS = 0	Total Length = 856		
Identification = 1			D=0	M=1	Fragmentation Offset = 0
TTL = 62		Protocol = 17	Checksum = -		
Source IP Address = 80.0.0.20					
Destination IP Address = 60.0.0.40					
Options (#bytes in total = 36)					

بسته‌ی دوم:

VER = 4	HLEN = 9	ToS = 0	Total Length = 636		
Identification = 1			D=0	M=0	Fragmentation Offset=100
TTL = 62		Protocol = 17	Checksum = -		
Source IP Address = 80.0.0.20					
Destination IP Address = 60.0.0.40					
Options (#bytes in total = 16)					