

1. ابتدا یک فایل c. با کد دستور کار که شامل دستور load و unload است را می‌سازیم.

```

Open  ▾  [+]
```

```

*lab2.c
~/Desktop/lab2  Save  ≡  -  □  ×

1 #include <linux/init.h>
2 #include <linux/kernel.h>
3 #include <linux/module.h>
4 /* this function is called when the module is loaded*/
5 int simple_init(void)
6 {
7     printk(KERN_INFO "Loading Module\n");
8     return 0;
9 }
10 /* this function is called when the module is removed*/
11 void simple_exit(void)
12 {
13     printk(KERN_INFO "Removing Module\n");
14 }
15 /* Macros for registering module entry and exit points.
16 */
17 module_init(simple_init);
18 module_exit(simple_exit);
19 MODULE_LICENSE("GPL");
20 MODULE_DESCRIPTION("simple module");
21 MODULE_AUTHOR("SGG");
```

2. در دایرکتوری مربوط به فایل کد، یک فایل به نام Makefile می‌سازیم و دستورات زیر را در داخل آن می‌نویسیم.

```

Open  ▾  [+]
```

```

Makefile
~/Desktop/lab2  Save  ≡  -  □  ×

*lab2.c  ×  Makefile  ×

1 KERNELDIR=/lib/modules/$(shell uname -r)/build
2
3 #MODULES = lab2.ko
4 obj-m += lab2.o
5
6 all:
7     make -C $(KERNELDIR) M=$(PWD) modules
8
9 clean:
10    make -C $(KERNELDIR) M=$(PWD) clean
```

3. حالا با دستور `make`، فایل `c` را `compile` می‌کنیم تا فایل‌های لازم برای کتابخانه‌ها ساخته شود و یک فایل `ko` به دست می‌آید.
4. با دستور `insmod` ماژول‌های هسته را `load` کرده،
5. و با دستور `dmesg` محتوای بافر و همچنین وضعیت ماژول را می‌بینیم.

```
moujanmirjalili@ubuntu: ~/Desktop/lab2
moujanmirjalili@ubuntu:~/Desktop/lab2$ make
make -C /lib/modules/5.11.0-37-generic/build M=/home/moujanmirjalili/Desktop/lab2 modules
make[1]: Entering directory '/usr/src/linux-headers-5.11.0-37-generic'
  CC [M]  /home/moujanmirjalili/Desktop/lab2/lab2.o
  MODPOST /home/moujanmirjalili/Desktop/lab2/Module.symvers
  CC [M]  /home/moujanmirjalili/Desktop/lab2/lab2.mod.o
  LD [M]  /home/moujanmirjalili/Desktop/lab2/lab2.ko
make[1]: Leaving directory '/usr/src/linux-headers-5.11.0-37-generic'
moujanmirjalili@ubuntu:~/Desktop/lab2$ sudo insmod lab2.ko
[sudo] password for moujanmirjalili:
moujanmirjalili@ubuntu:~/Desktop/lab2$ dmesg
[ 0.000000] Linux version 5.11.0-37-generic (buildd@lcy01-amd64-021) (gcc (Ubuntu 9.3.0-17ubuntu1~20.04) 9.3.0, GNU ld (GNU Binutils for Ubuntu) 2.34) #41~20.04.2-Ubuntu SMP Fri Sep 24 09:06:38 UTC 2021 (Ubuntu 5.11.0-37.41~20.04.2-generic 5.11.22)
[ 0.000000] Command line: BOOT_IMAGE=/boot/vmlinuz-5.11.0-37-generic root=UUID=b38c963b-4191-4b3f-935e-17b3841019b2 ro find_preseed=/preseed.cfg auto noprompt priority=critical locale=en_US quiet
[ 0.000000] KERNEL supported cpus:
[ 0.000000]   Intel GenuineIntel
[ 0.000000]   AMD AuthenticAMD
[ 0.000000]   Hygon HygonGenuine
```

و پیام مورد نظر که هنگام دستور `load` باید مشاهده می‌کردیم را می‌بینیم.

```
[61400.542414] e1000: ens33 NIC Link is Down
[61406.591907] e1000: ens33 NIC Link is Up 1000 Mbps Full Duplex, Flow Control: None
[91868.466868] VFS: busy inodes on changed media sr1
[91868.710647] VFS: busy inodes on changed media sr1
[92551.824783] audit: type=1400 audit(1634495013.260:86): apparmor="DENIED" operation="capable" profile="/usr/sbin/cups-browsed" pid=52681 comm="cups-browsed" capability=23 capname="sys_nice"
[95463.824578] lab2: loading out-of-tree module taints kernel.
[95463.824746] lab2: module verification failed: signature and/or required key missing - tainting kernel
[95463.829387] Loading Module
moujanmirjalili@ubuntu:~/Desktop/lab2$
```

6. حال با استفاده از دستور `rmmod` ماژول ساخته شده را برمی‌داریم و با زدن `dmesg` پیام مورد نظر را مشاهده می‌کنیم.

```
moujanmirjalili@ubuntu:~/Desktop/lab2$ sudo rmmod lab2
moujanmirjalili@ubuntu:~/Desktop/lab2$ sudo dmesg -c
[ 0.000000] Linux version 5.11.0-37-generic (buildd@lcy01-amd64-021) (g
cc (Ubuntu 9.3.0-17ubuntu1~20.04) 9.3.0, GNU ld (GNU Binutils for Ubuntu)
2.34) #41~20.04.2-Ubuntu SMP Fri Sep 24 09:06:38 UTC 2021 (Ubuntu 5.11.0-3
7.41~20.04.2-generic 5.11.22)
[ 0.000000] Command line: BOOT_IMAGE=/boot/vmlinuz-5.11.0-37-generic ro
ot=UUID=b38c963b-4191-4b3f-935e-17b3841019b2 ro find_preseed=/preseed.cfg
auto noprompt priority=critical locale=en_US quiet
[ 0.000000] KERNEL supported cpus:
[ 0.000000] Intel GenuineIntel
[ 0.000000] AMD AuthenticAMD
[ 0.000000] Hygon HygonGenuine
```

پیام مورد نظر که هنگام دستور `unload` باید مشاهده می‌کردیم را می‌بینیم.

```
[91868.710647] VFS: busy inodes on changed media sr1
[92551.824783] audit: type=1400 audit(1634495013.260:86): apparmor="DENIED
" operation="capable" profile="/usr/sbin/cups-browsed" pid=52681 comm="cup
s-browsed" capability=23 capname="sys_nice"
[95463.824578] lab2: loading out-of-tree module taints kernel.
[95463.824746] lab2: module verification failed: signature and/or required
key missing - tainting kernel
[95463.829387] Loading Module
[95587.291395] Removing Module
```

در ابتدای این آزمایش با استفاده از دستور `lsmod` می‌توانیم مشاهده کنیم که فایل ساخته شده هنوز وجود ندارد و در انتهای کار با استفاده از این دستور می‌توانیم مطمئن شویم که ماژول ساخته شده، حذف شده است.