

الف)

$$\begin{cases} H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 \\ H_1 = \text{last two } \mu\text{'s are unequal} \end{cases}$$

ب)

قبل این که آزمون اجرا کنیم ابتدا بر اساس مقادیر ویژه انتخاب می کنیم از کدام آزمون (ها) استفاده کنیم
ابتدا داده ها تعریف میکنیم:

```
fish.data<- read.table("C:/Users/12345/Desktop/fish.txt")
root.means<- aggregate(fish.data[, 2:5], list(fish.data$V1), mean)
```

اکنون ماتریس E و H را بدست می آوریم

```
> result <- manova(cbind(fish.data$V2,fish.data$V3,fish.data$V4,fish.data$V5) ~ metod, data = fish.data)
> fish.summary <- summary(result)
> fish.summary$SS
```

#ماتریس H

```
$metod
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,] 1.0505556 2.173333 -1.375556 -0.7602778
[2,] 2.1733333 4.880000 -2.373333 -1.2566667
[3,] -1.3755556 -2.373333 2.382222 1.3844444
[4,] -0.7602778 -1.256667 1.384444 0.8105556
```

#ماتریس E

```
$Residuals
      [,1] [,2] [,3] [,4]
[1,] 13.408333 7.723333 8.675000 5.864167
[2,] 7.723333 8.480000 7.526667 6.213333
[3,] 8.675000 7.526667 11.607500 7.037500
[4,] 5.864167 6.213333 7.037500 10.565833
```

حال مقادیر ویژه را برای ماتریس $E^{-1}H$ بدست می آوریم

```
E<-fish.summary $ SS $ metod
H<-fish.summary $SS $ Residuals
> A<-t(E)%*%H
> e <- eigen(A)
> e$values
[1] 4.134985e+01 1.926596e+01 -6.089332e-15 -7.045771e-16
```

آزمون ها را اجرا می کنیم:

```
> summary(result,test = "Pillai")
      Df Pillai approx F num Df den Df  Pr(>F)
method  2 0.85987  5.845    8  62 1.465e-05 ***
Residuals 33
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(result,test = "Hotelling-Lawley")
      Df Hotelling-Lawley approx F num Df den Df  Pr(>F)
method  2      3.0788 11.161    8  58 2.161e-09 ***
Residuals 33
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(result,test = "Wilks")
      Df Wilks approx F num Df den Df  Pr(>F)
method  2 0.22449  8.3294    8  60 1.609e-07 ***
Residuals 33
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(result,test = "Roy")
      Df Roy approx F num Df den Df  Pr(>F)
method  2 2.9515 22.874    4  31 7.077e-09 ***
Residuals 33
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

بنابراین مقدار فرض H_0 رد می شود. یعنی حداقل دوتا از میانگین ها باهم برابر نیست که این یعنی ۳ روش پخت با یکدیگر متفاوت هستند.

(ج)

حال برای هر متغیر آزمون تک متغیره را اجرا میکنیم:

```
> summary(aov(fish.data$V2 ~method))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
method    2  1.051   0.5253   1.293  0.288
Residuals 33 13.408   0.4063
> summary(aov(fish.data$V3 ~method))
      Df Sum Sq Mean Sq F value  Pr(>F)
method    2   4.88   2.440   9.495 0.000553 ***
Residuals 33   8.48   0.257
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(aov(fish.data$V4 ~method))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
method    2  2.382   1.1911   3.386  0.046 *
Residuals 33 11.607   0.3517
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(aov(fish.data$V5 ~method))
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
method    2  0.811   0.4053   1.266  0.295
Residuals 33 10.566   0.3202
```

لذا بنا به p-مقدار های بدست آمده متغیر fish.data\$V2 و fish.data\$V5 دارای میانگین های برابر هستند درواقع یعنی امتیاز رطوبت غذا و طعم غذا در هر سه روش پخت باهم برابر اند. ولی سه ماهی های پخت شده در سه روش دارای عطر و بافت متفاوت هستند.

(د)

درقسمت قبل دیدیم که میانگین امتیاز رطوبت و طعم غذا در سه روش باهم برابر هستند لذا میتوانیم آنها را از مدل حذف کنیم و مدل را به ۲ بعد کاهش دهیم.

همچنین چون دومقدار ویژه اول درصد زیادی از واریانس را به ما نشان می دهند لذا میتوان گفت میتوان بعد را از ۴ به ۲ کاهش دهیم.