مقدمة مبسطة في لغة R مع تطبيقات إحصائية

Introduction to R Language with Statistical Applications

سباً محمد علوان

Summaries and Descriptive Statistics

mean, sd, var, min, max, median, range, quantile, summary

```
> x<-c(1,3,5,4,7,8,9,-4,-5,10)
> x
 [1]  1  3  5  4  7  8  9 -4 -5 10
> mean(x)
[1] 3.8
> median(x)
[1] 4.5
> max(x)
[1] 10
> min(x)
[1] -5
> range(x)
[1] -5 10
> var(x)
[1] 26.84444
> sd(x)
[1] 5.181162
> quantile(x)
   0%   25%   50%   75%  100%
-5.00  1.50  4.50  7.75 10.00
> summary(x)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  -5.00    1.50    4.50    3.80    7.75   10.00
```

The apply function for loops

Example

```
> x<-c(1,3,5,4,7,8,9,-4,-5,10)
> y<-c(2,3,5,6,8,7,7,9,-6,11)
> z<-matrix(c(x,y),nc=2)
> z
      [,1] [,2]
 [1,]    1    2
 [2,]    3    3
 [3,]    5    5
 [4,]    4    6
 [5,]    7    8
 [6,]    8    7
 [7,]    9    7
 [8,]   -4    9
 [9,]   -5   -6
[10,]   10   11
```

```
> apply(z,2,summary)
              [,1]   [,2]
Min.         -5.00  -6.00
1st Qu.       1.50   3.50
Median        4.50   6.50
Mean          3.80   5.20
3rd Qu.       7.75   7.75
Max.         10.00  11.00
```

Summaries and Descriptive Statistics

The apply function for loops

The effect of calculating the mean of each column (dimension 2) of trees.

If we have used a 1 instead of a 2 , the mean will calculated for every row.

Example: for the same data

```
> apply(z,2,summary)
          [,1]   [,2]
Min.     -5.00 -6.00
1st Qu.   1.50  3.50
Median    4.50  6.50
Mean      3.80  5.20
3rd Qu.   7.75  7.75
Max.     10.00 11.00
> apply(z,1,summary)
         [,1] [,2] [,3] [,4] [,5] [,6] [,7]  [,8]  [,9] [,10]
Min.     1.00    3    5  4.0 7.00 7.00  7.0 -4.00 -6.00 10.00
1st Qu. 1.25     3    5  4.5 7.25 7.25  7.5 -0.75 -5.75 10.25
Median   1.50    3    5  5.0 7.50 7.50  8.0  2.50 -5.50 10.50
Mean     1.50    3    5  5.0 7.50 7.50  8.0  2.50 -5.50 10.50
3rd Qu. 1.75     3    5  5.5 7.75 7.75  8.5  5.75 -5.25 10.75
Max.     2.00    3    5  6.0 8.00 8.00  9.0  9.00 -5.00 11.00
> |
```

Summaries and Descriptive Statistics

Example

```
> x<-c(7.5,8.2,3.1,5.6,8.2,9.3,6.5,7.0,9.3,1.2,14.5,6.2)
> summary(x)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1.200   6.050   7.250   7.217   8.475  14.500
```

```
> summary(x[1:6])
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  3.100   6.075   7.850   6.983   8.200   9.300
> summary(x[7:12])
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1.200   6.275   6.750   7.450   8.725  14.500
```

```
> summary(x[-(1:6)])# the same with x[7:12]
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  1.200   6.275   6.750   7.450   8.725  14.500
```

Exercises

1. If `x<- c(5,9,2,3,4,6,7,0,8,12,2,9)` decide what each of the following is and use **R** to check your answers:

   (a) `x[2]`

   (b) `x[2:4]`

   (c) `x[c(2,3,6)]`

   (d) `x[c(1:5,10:12)]`

   (e) `x[-(10:12)]`

2. The data `y<-c(33,44,29,16,25,45,33,19,54,22,21,49,11,24,56)` contain sales of milk in litres for 5 days in three different shops (the first 3 values are for shops 1,2 and 3 on Monday, etc.) Produce a statistical summary of the sales for each day of the week and also for each shop.

Exercises:

Attach (dataset)

Trees This data set provides measurements of the girth, height and volume of timber in 31 felled black cherry trees.

In actual fact, trees is an object called a dataframe, essentially a matrix with named columns (though a dataframe, unlike a matrix, may also include non-numerical variables, such as character names).

إذا قمت بكتابة الامر mean لأحد أعمدة trees فإنه لن يتعرف في أول مرة مالم يتم استدعاء المجموعه أولا.

```
> mean (Height)
Error in mean(Height) : object 'Height' not found
>
```

```
> attach(trees)
> mean(Height)
[1] 76
```

```
> summary(Volume)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
  10.20   19.40   24.20   30.17   37.30   77.00
>
```

```
> trees
   Girth Height Volume
1    8.3     70   10.3
2    8.6     65   10.3
3    8.8     63   10.2
4   10.5     72   16.4
5   10.7     81   18.8
6   10.8     83   19.7
7   11.0     66   15.6
8   11.0     75   18.2
9   11.1     80   22.6
10  11.2     75   19.9
11  11.3     79   24.2
12  11.4     76   21.0
13  11.4     76   21.4
14  11.7     69   21.3
15  12.0     75   19.1
16  12.9     74   22.2
17  12.9     85   33.8
18  13.3     86   27.4
19  13.7     71   25.7
20  13.8     64   24.9
21  14.0     78   34.5
22  14.2     80   31.7
23  14.5     74   36.3
24  16.0     72   38.3
25  16.3     77   42.6
26  17.3     81   55.4
27  17.5     82   55.7
28  17.9     80   58.3
29  18.0     80   51.5
30  18.0     80   51.0
31  20.6     87   77.0
> mean(Height)
Error in mean(Height) : object 'Height' not found
```

```
> Height
Error: object 'Height' not found
> trees$Height
 [1] 70 65 63 72 81 83 66 75 80 75 79 76 76 69 75 74 85 86 71 64 78 80 74 72 77 81
> 
```

الامر trees$Height.. والذي يتضمن استدعاء و طلب كتابة الصيغة نلاحظ النتيجة كما سبق

Another example

```
> quakes
      lat   long depth mag stations
1   -20.42 181.62   562 4.8       41
2   -20.62 181.03   650 4.2       15
3   -26.00 184.10    42 5.4       43
4   -17.97 181.66   626 4.1       19
5   -20.42 181.96   649 4.0       11
6   -19.68 184.31   195 4.0       12
7   -11.70 166.10    82 4.8       43
```

```
996  -25.93 179.54   470 4.4       22
997  -12.28 167.06   248 4.7       35
998  -20.13 184.20   244 4.5       34
999  -17.40 187.80    40 4.5       14
1000 -21.59 170.56   165 6.0      119
```

Note: quakes is a data set give the locations of 1000 seismic events of MB > 4.0. The events occurred in a cube near Fiji since 1964.

```
> summary(depth)
Error in summary(depth) : object 'depth' not found
>
> summary(quakes$depth)
   Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
   40.0    99.0   247.0   311.4   543.0   680.0
>
```

Exercises

1. Attach to the dataset `quakes` and produce a statistical summary of the variables `depth` and `mag`.

2. Attach to the dataset `mtcars` and find the mean weight and mean fuel consumption for vehicles in the dataset (type `help(mtcars)` for a description of the variables available).

Exercise

1. Repeat the analyses of the datasets `quakes` and `mtcars` using the function `apply` to simplify the calculations.

2. If

$$y = \begin{bmatrix} 1 & 4 & 1 \\ 0 & 2 & -1 \end{bmatrix}$$

what is the result of `apply(y[,2:3],1,mean)`? Check your answer in R.

Also: apply(y,2, var)

Statistical Computation and Simulation

Many of the tedious statistical computations that would once have had to have been done from statistical tables can be easily carried out in R. This can be useful for finding confidence intervals etc. Let's take as an example the Normal distribution. There are functions in R to evaluate the density function, the distribution function and the quantile function (the inverse distribution function). These functions are, respectively, **dnorm**, **pnorm** and **qnorm**. Unlike with tables, there is no need to standardize the variables first. For example, suppose $X \gg N(3; 2)$, then

```
> dnorm(5,3,2)
[1] 0.1209854
```

will calculate the density function at points (5) contained (note, dnorm will assume mean 0 and standard **deviation 1 unless these are specified**. Note also that also, the function assumes you will give the **standard deviation** rather than the variance..

P(x <4), x ~ N(3,16)

Probability Distributions in R

for example, the root name for the normal distribution

pnorm, qnorm, dnorm, rnorm

- p: for "probability", the cumulative distribution function (c. d. f(.
- q: for "quantile", the inverse c. d. f.
- d: for "density", the density function (p. f. or p. d. f(.
- r: for "random", a random variable having the specified distribution

In fact, there's not much use for the "d" function for any *continuous* distribution

Statistical Computation and Simulation

pnorm and qnorm

Are the distribution function and the quantile function (the inverse distribution function respectively for the Normal distribution).

pt and qt

Similar function , but it is necessary to give the degrees of freedom rather than the mean and standard deviation.

dbinom and pbinom

Similar function for binomial distribution , but it is necessary to give the sample size and prop. Of success.

pnorm is the R function that calculates the c. d. f .

$F(x) = P(X <= x)$

pnorm (27.4, mean=50, sd=20)
pnorm (27.4, 50, 20)

What is $P(X < 19)$ when X has the $N(17.46, 375.67)$ distribution?

```
> pnorm(19, mean=17.46, sd=sqrt(375.67))
[1] 0.5316644
```

qnorm is the R function that calculates the inverse c. d. f. F^{-1} of the normal distribution

$x = F^{-1}(p)$

What is $F^{-1}(0.95)$ when X has the $N(100, 15^2)$ distribution?

```
> qnorm(0.95, mean=100, sd=15)
[1] 124.6728
```

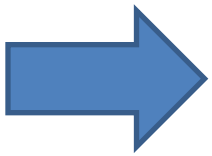
“p”, “q” and “r” function for continuous distribution

```
> pnorm(20, 10, 3)
[1] 0.9995709
> qnorm(0.2, 10, 3)
[1] 7.475136
> qnorm(0.95)
[1] 1.644854
> qnorm(0.995)
[1] 2.575829
> rnorm(15)
 [1]  0.6809859 -1.4508194 -3.2667563  0.6034371 -1.2804231  0.7224153
 [7] -0.3126890  1.2683494  0.0272767 -0.8733069  0.2140188  0.4437659
[13]  0.7921679 -2.7657378 -0.2212467
> rnorm(15, 2, 1)
 [1]  3.2604238  1.5667078  2.5619750  1.4345865  2.2539238  4.1723859
 [7]  2.2137455  1.4289406  4.0829603  2.3768709 -0.1225603  1.8184375
[13]  1.8880310  0.9062574  2.0850934
```

The Binomial Distribtion

Find: **P(X = 27)** when X is has the Bin(100, 0.25) distribution

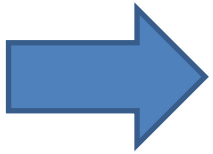
```
> dbinom(27, size=100, prob=0.25)
[1] 0.08064075
> dbinom(27, 100, 0.25)
[1] 0.08064075
```



“d”

Find: **P(X <= 27)** when X is has the Bin(100, 0.25) distribution

```
> pbinom(27, size=100, prob=0.25)
[1] 0.7223805
> pbinom(27, 100, 0.25)
[1] 0.7223805
```



“p”

Inverse function “q”

What are the 10th, 20th, and so forth quantiles of the Bin(10, 1/3) distribution?

```
> qbinom(0.1, 10, 1/3)
[1] 1
> qbinom(0.2, 10, 1/3)
[1] 2
> # and so forth, or all at once with
> qbinom(seq(0.1, 0.9, 0.1), 10, 1/3)
[1] 1 2 3 3 3 4 4 5 5
```

“q”

Generate a random sample with size 20 from Bin(10, 1/3) distribution?

```
> rbinom(20, 10, 1/3)
 [1] 7 3 2 3 5 3 5 0 3 4 2 4 1 5 1 6 1 0 3 4
```

“r”

Distribution	Functions			
Beta	pbeta	qbeta	dbeta	rbeta
Binomial	pbinom	qbinom	dbinom	rbinom
Cauchy	pcauchy	qcauchy	dcauchy	rcauchy
Chi-Square	pchisq	qchisq	dchisq	rchisq
Exponential	pexp	qexp	dexp	rexp
F	pf	qf	df	rf
Gamma	pgamma	qgamma	dgamma	rgamma
Geometric	pgeom	qgeom	dgeom	rgeom
Hypergeometric	phyper	qhyper	dhyper	rhyper
Logistic	plogis	qlogis	dlogis	rlogis
Log Normal	plnorm	qlnorm	dlnorm	rlnorm
Negative Binomial	pnbinom	qnbinom	dnbinom	rnbinom
Normal	pnorm	qnorm	dnorm	rnorm
Poisson	ppois	qpois	dpois	rpois
Student t	pt	qt	dt	rt
Studentized Range	ptukey	qtukey	dtukey	rtukey
Uniform	punif	qunif	dunif	runif
Weibull	pweibull	qweibull	dweibull	rweibull
Wilcoxon Rank Sum Statistic	pwilcox	qwilcox	dwilcox	rwilcox
Wilcoxon Signed Rank Statistic	psignrank	qsignrank	dsignrank	rsignrank

Exercises

1. Suppose $X \sim N(2, 0.25)$. Denote by f and F the density and distribution functions of X respectively. Use **R** to calculate

   (a) $f(0.5)$

   (b) $F(2.5)$

   (c) $F^{-1}(0.95)$ (recall that F^{-1} is the quantile function)

   (d) $\Pr(1 \leq X \leq 3)$

2. Repeat question 1 in the case that X has a t-distribution with 5 degrees of freedom.

3. Use the function `rpois` to simulate 100 values from a Poisson distribution with a parameter of your own choice. Produce a statistical summary of the result and check that the mean and variance are in reasonable agreement with the true population values.

4. Repeat the previous question replacing `rpois` with `rexp`.

Graphics

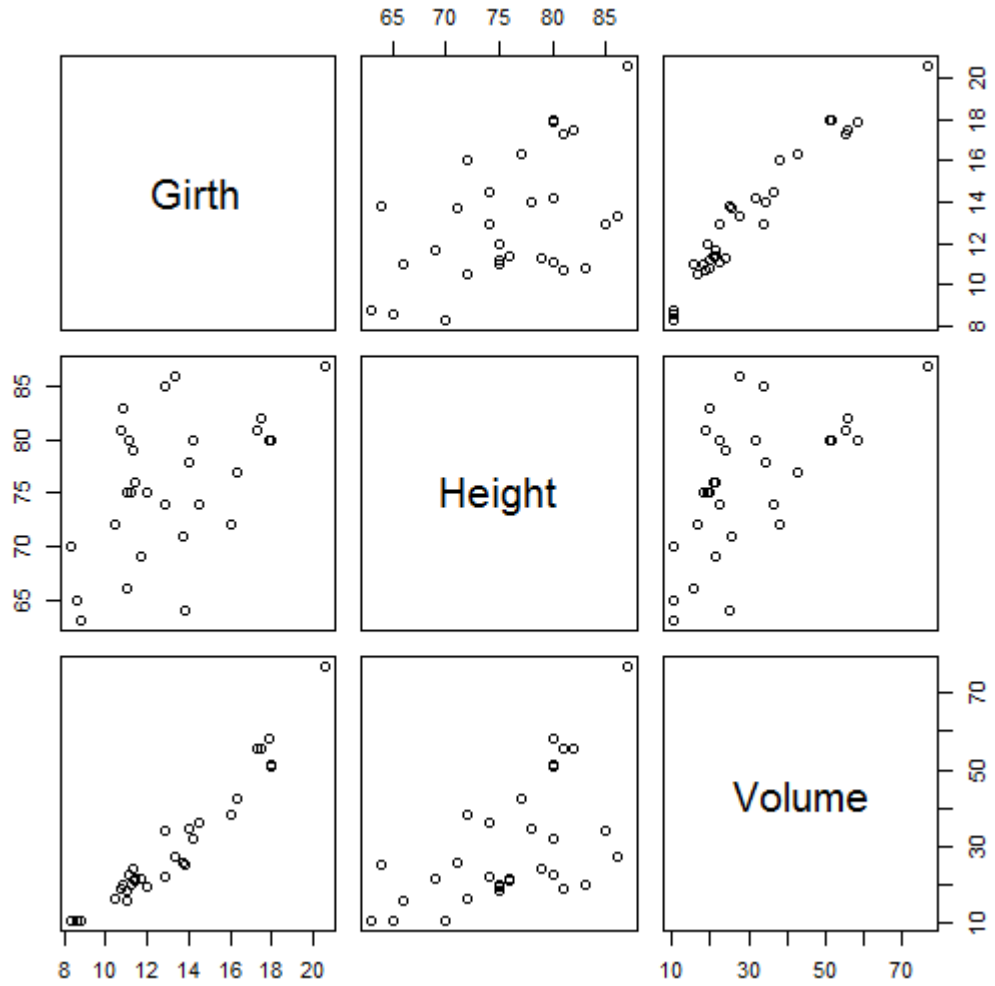
لغة R تعليمة بسيطة بالصيغة لكنها في ذات الوقت تقدم خدمة عظيمة في إطار عرض ما لدينا من بيانات وتوضيح ما فيها من علاقات محتملة، تدعى هذه التعليمة `pairs` وتقبل كدخل لها إسم إطار البيانات الذي لدينا كاملا، لتقوم بعدها برسم مصفوفة من المخططات البيانية لكل زوج ممكن من هذه البيانات على شكل مخطط مبعثر scatter plot بحيث يظهر كل زوج في مخططين بيانيين يتبادلان فيه مكان التمثيل على المحورين xو y، يظهر الشكل التالي مثالا عن ناتج تنفيذ هذه التعليمة عند تطبيقها على إطار trees للبيانات السابق ذكرها .

```
> pairs(trees)
```

أما لرسم مخطط مبعثرscatter بين أي عمودين من البيانات نستطيع استخدام الدالة `plot` العامة الأغراض، فمثلا `plot(wt, mpg)`

```
> plot(wt, mpg)
```

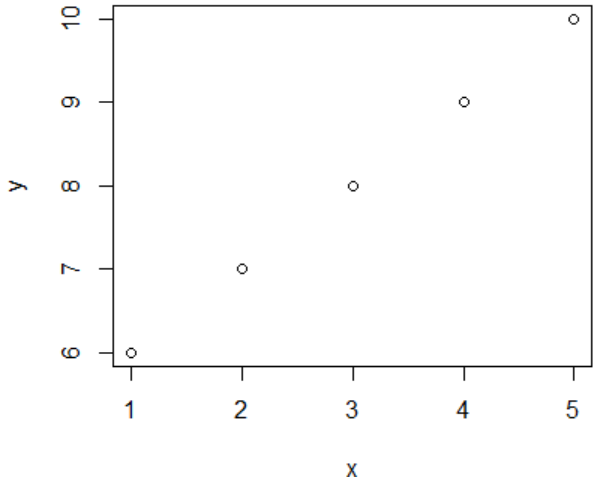
```
> pairs(trees)
```

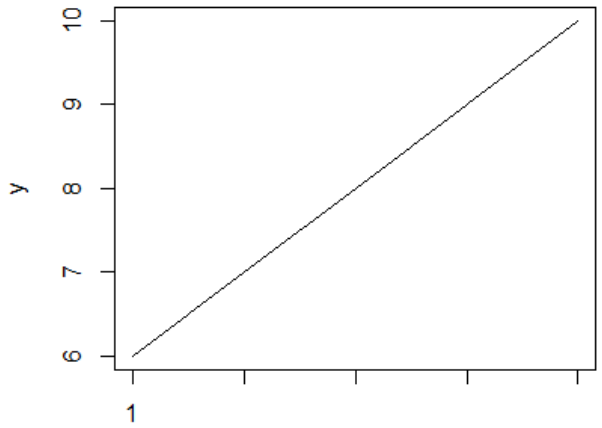

Girth
Height
Volume
65 70 75 80 85
8 10 12 14 16 18 20
65 70 75 80 85
8 10 12 14 16 18 20
10 30 50 70
10 30 50 70

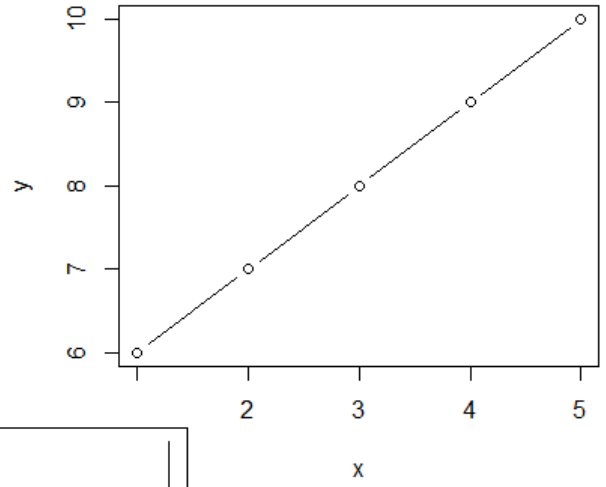
```
> x<- c(1,2,3,4,5)
> y<- c(6,7,8,9,10)
> plot(x,y)
```

> plot(x, y, type="l") # line

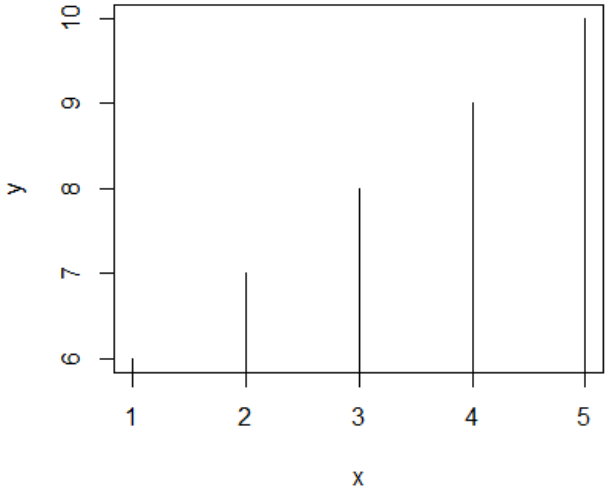
> plot(x, y, type="b") # both lines and points



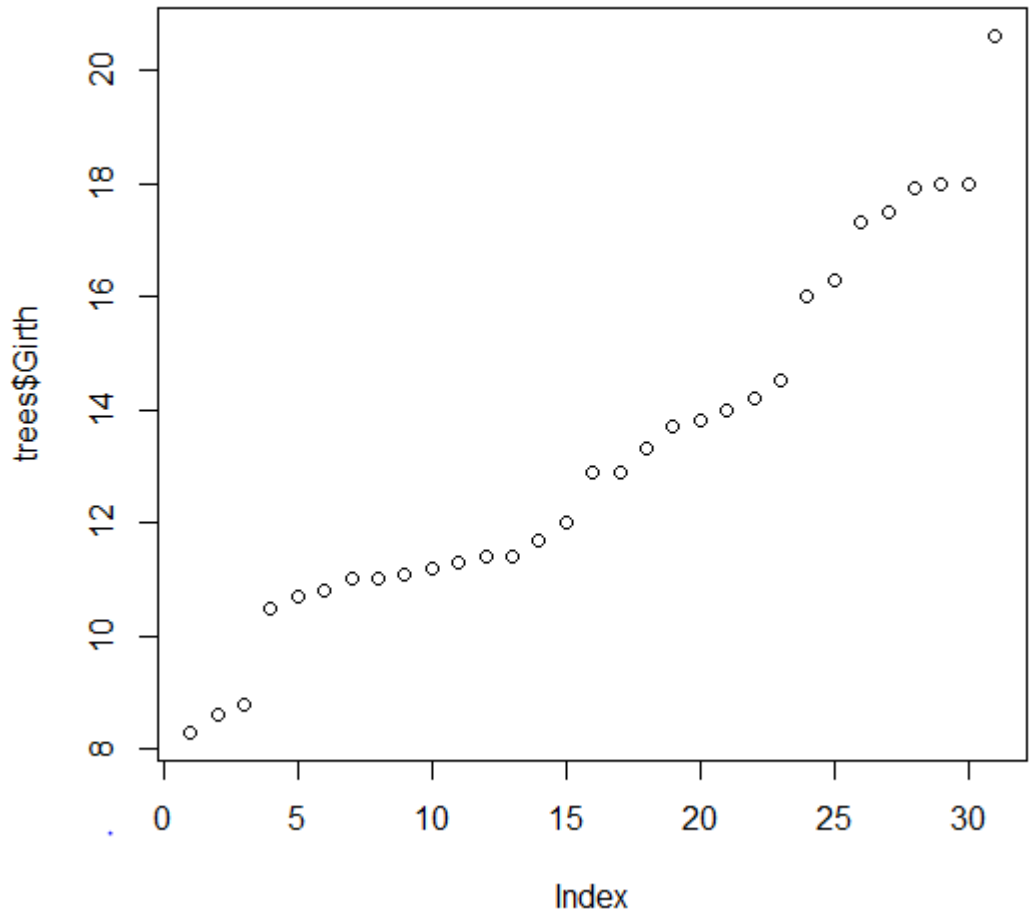





```
> plot(x, y, type="b")
> plot(x, y, type="l")
> plot(x, y, type="h")
```



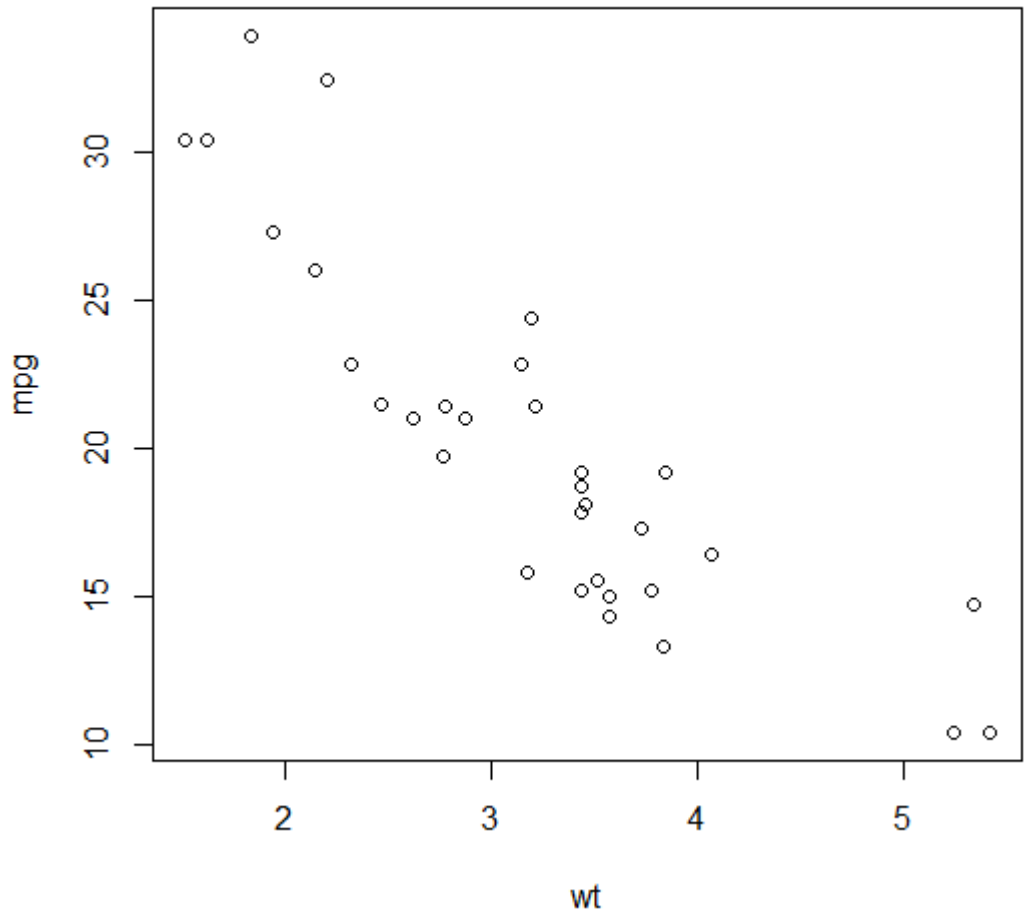
```
> plot(trees$Girth, trees$Heiht)
```



هنالك بعض المجموعات والتي تأتي محزومة مع اللغة بشكل إفتراضي، مثل trees, mtcars ، وللحصول على محتوى هذه المجموعات يمكن استخدام الاستدعاء attach(datasetname)

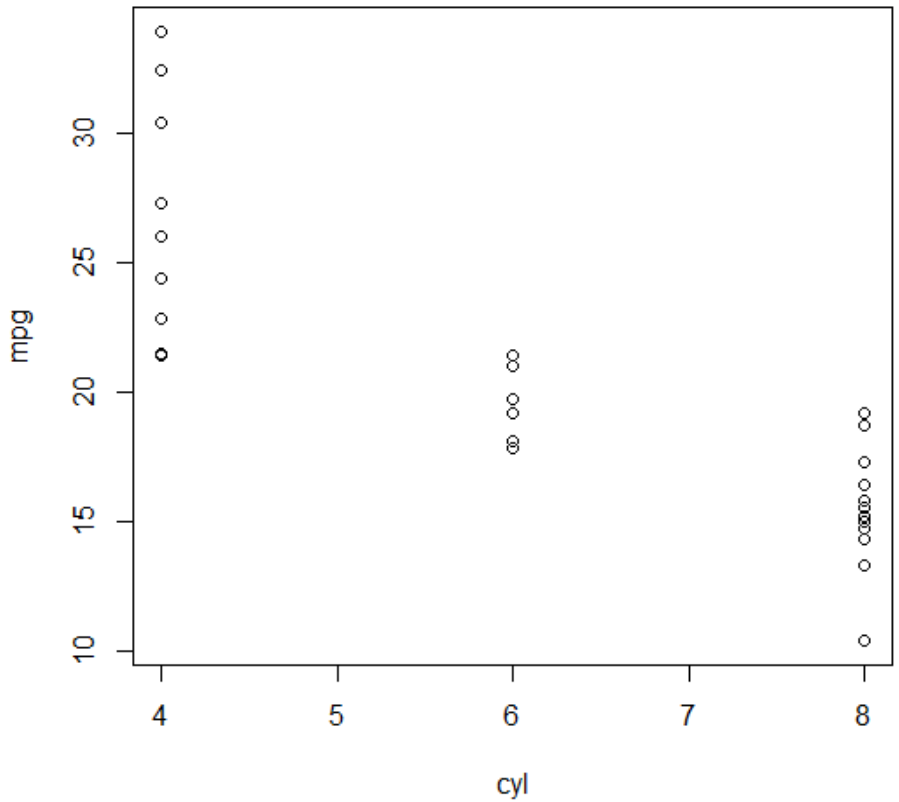
```
> mtcars
                   mpg cyl  disp  hp drat    wt  qsec vs am gear carb
Mazda RX4         21.0   6 160.0 110 3.90 2.620 16.46  0  1    4    4
Mazda RX4 Wag     21.0   6 160.0 110 3.90 2.875 17.02  0  1    4    4
Datsun 710        22.8   4 108.0  93 3.85 2.320 18.61  1  1    4    1
Hornet 4 Drive    21.4   6 258.0 110 3.08 3.215 19.44  1  0    3    1
Hornet Sportabout 18.7   8 360.0 175 3.15 3.440 17.02  0  0    3    2
Valiant           18.1   6 225.0 105 2.76 3.460 20.22  1  0    3    1
Duster 360        14.3   8 360.0 245 3.21 3.570 15.84  0  0    3    4
Merc 240D         24.4   4 146.7  62 3.69 3.190 20.00  1  0    4    2
Merc 230          22.8   4 140.8  95 3.92 3.150 22.90  1  0    4    2
Merc 280          19.2   6 167.6 123 3.92 3.440 18.30  1  0    4    4
Merc 280C         17.8   6 167.6 123 3.92 3.440 18.90  1  0    4    4
Merc 450SE        16.4   8 275.8 180 3.07 4.070 17.40  0  0    3    3
Merc 450SL        17.3   8 275.8 180 3.07 3.730 17.60  0  0    3    3
Merc 450SLC       15.2   8 275.8 180 3.07 3.780 18.00  0  0    3    3
Cadillac Fleetwood  10.4   8 472.0 205 2.93 5.250 17.98  0  0    3    4
Lincoln Continental 10.4   8 460.0 215 3.00 5.424 17.82  0  0    3    4
Chrysler Imperial   14.7   8 440.0 230 3.23 5.345 17.42  0  0    3    4
Fiat 128          32.4   4  78.7  66 4.08 2.200 19.47  1  1    4    1
Honda Civic       30.4   4  75.7  52 4.93 1.615 18.52  1  1    4    2
Toyota Corolla    33.9   4  71.1  65 4.22 1.835 19.90  1  1    4    1
Toyota Corona     21.5   4 120.1  97 3.70 2.465 20.01  1  0    3    1
Dodge Challenger  15.5   8 318.0 150 2.76 3.520 16.87  0  0    3    2
AMC Javelin       15.2   8 304.0 150 3.15 3.435 17.30  0  0    3    2
Camaro Z28        13.3   8 350.0 245 3.73 3.840 15.41  0  0    3    4
Pontiac Firebird  19.2   8 400.0 175 3.08 3.845 17.05  0  0    3    2
Fiat X1-9         27.3   4  79.0  66 4.08 1.935 18.90  1  1    4    1
Porsche 914-2     26.0   4 120.3  91 4.43 2.140 16.70  0  1    5    2
Lotus Europa      30.4   4  95.1 113 3.77 1.513 16.90  1  1    5    2
Ford Pantera L    15.8   8 351.0 264 4.22 3.170 14.50  0  1    5    4
Ferrari Dino      19.7   6 145.0 175 3.62 2.770 15.50  0  1    5    6
Maserati Bora     15.0   8 301.0 335 3.54 3.570 14.60  0  1    5    8
Volvo 142E        21.4   4 121.0 109 4.11 2.780 18.60  1  1    4    2
```

```
> plot(wt, mpg)
```



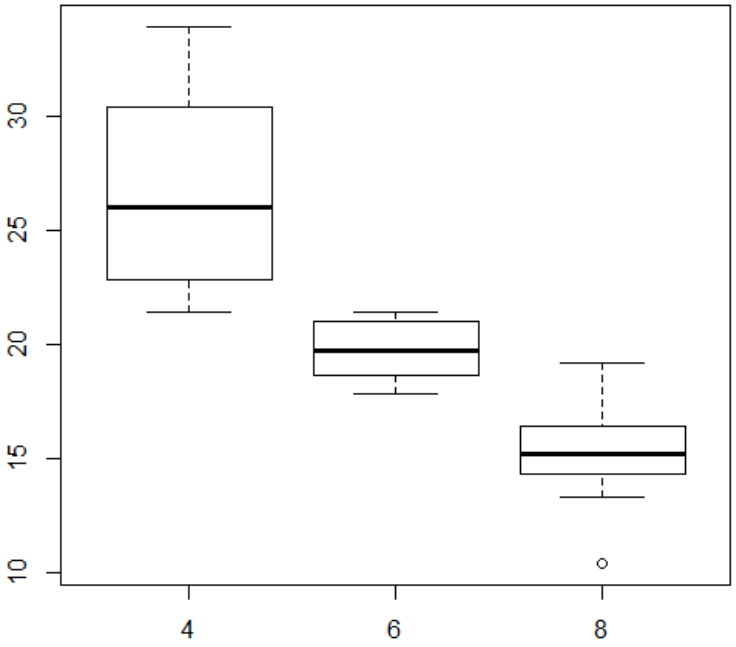
حيث سيمثل وزن السيارات بقيم wt على محور x فيما المسافة المقطوعة بغالون البنزين الواحد والتي تعطى بقيم mpg ستمثل على المحور y

في بعض الأحيان قد لا يكون هذا النوع من المخططات البيانية هو الطريقة الأمثل لعرض ما لدينا من معلومات، خصوصا عندما تكون بيانات أحد طرفي العلاقة عبارة عن قيم محددة بعينها وليست قراءات تتوزع على طيف المحور المسندة إليه كما في حالة المخطط البياني الذي تولده التعليمة plot(cyl, mpg) حيث cyl تمثل عدد إسطوانات المحرك، حينها سيكون الشكل الناتج غريبا قليلا وأقل فائدة في التعبير عن ما يربط بين المقادير المرسومة كما هو موضح أدناه:



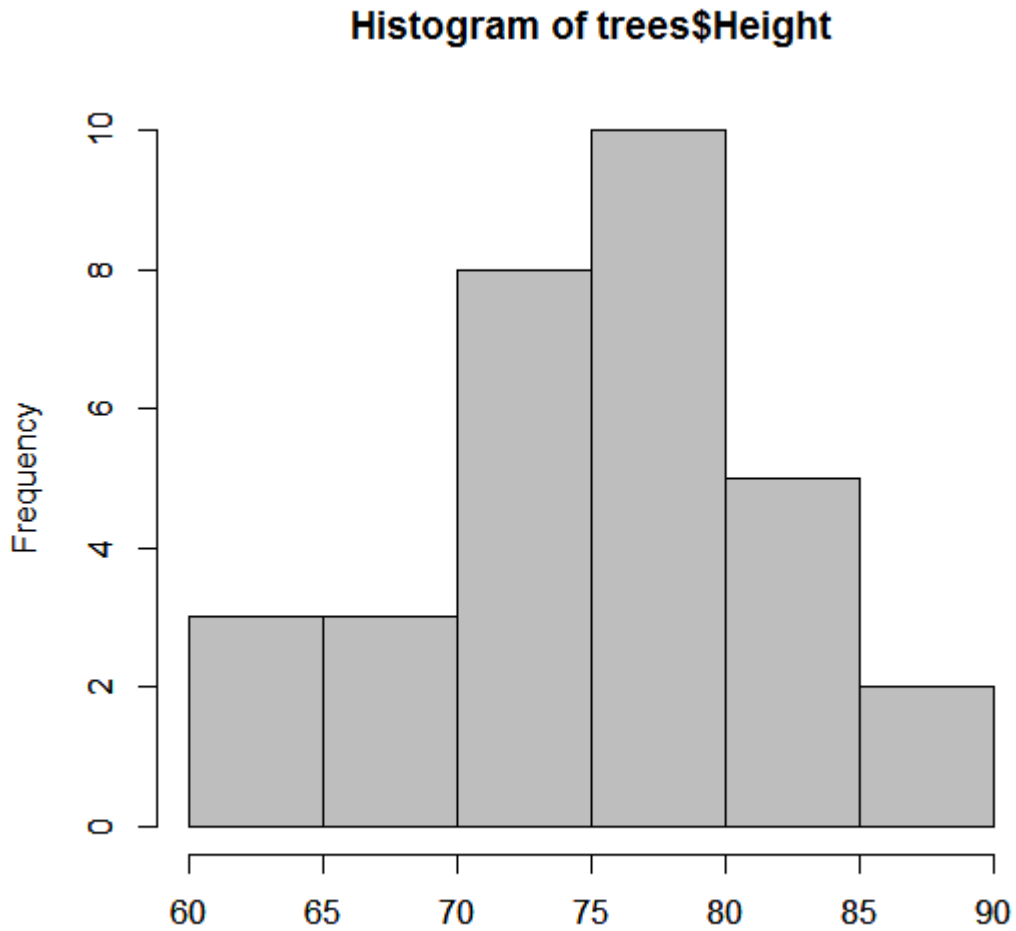
الدالة plot يتعدل بشكل آلي تبعا لطبيعة ونوع البيانات التي تمرر إليها، وما سنقوم به الآن هو تحويل نوع cyl إلى معاملة وذلك باستخدام الأمر (`cyl <- factor(cyl)`)، بمعنى أن لهذا المقدار قيم محددة لايستطيع أن يأخذ غيرها، وسنلاحظ طبيعة هذا التغير في طريقة تعامل توابع لغة R المختلفة مع هذا المقدار الجديد بعد تغيير توصيفه (يمكن لك أن تجرب معه الدالة `summary` لترى أن ماتحصل عليه من ناتج يختلف عما سبق وأن رأيت، فعوضا عن القيمة الصغرى والعظمى والمتوسط والوسيط الخ... وهي المقادير التي توصف بها عادة أي مجموعة قيم عددية، أصبحنا نرى الآن عدد القيم المحددة التي يمتلكها هذا المعامل مقدار تكرار ظهور كل من تلك القيم).

ليس هذا فحسب بل إن سلوك الدالة plot سوف يتغير كذلك، فإن حاولت الآن إعادة تنفيذ ذات الأمر السابق `plot(cyl, mpg )` فسوف تحصل على المخطط البياني التالي:

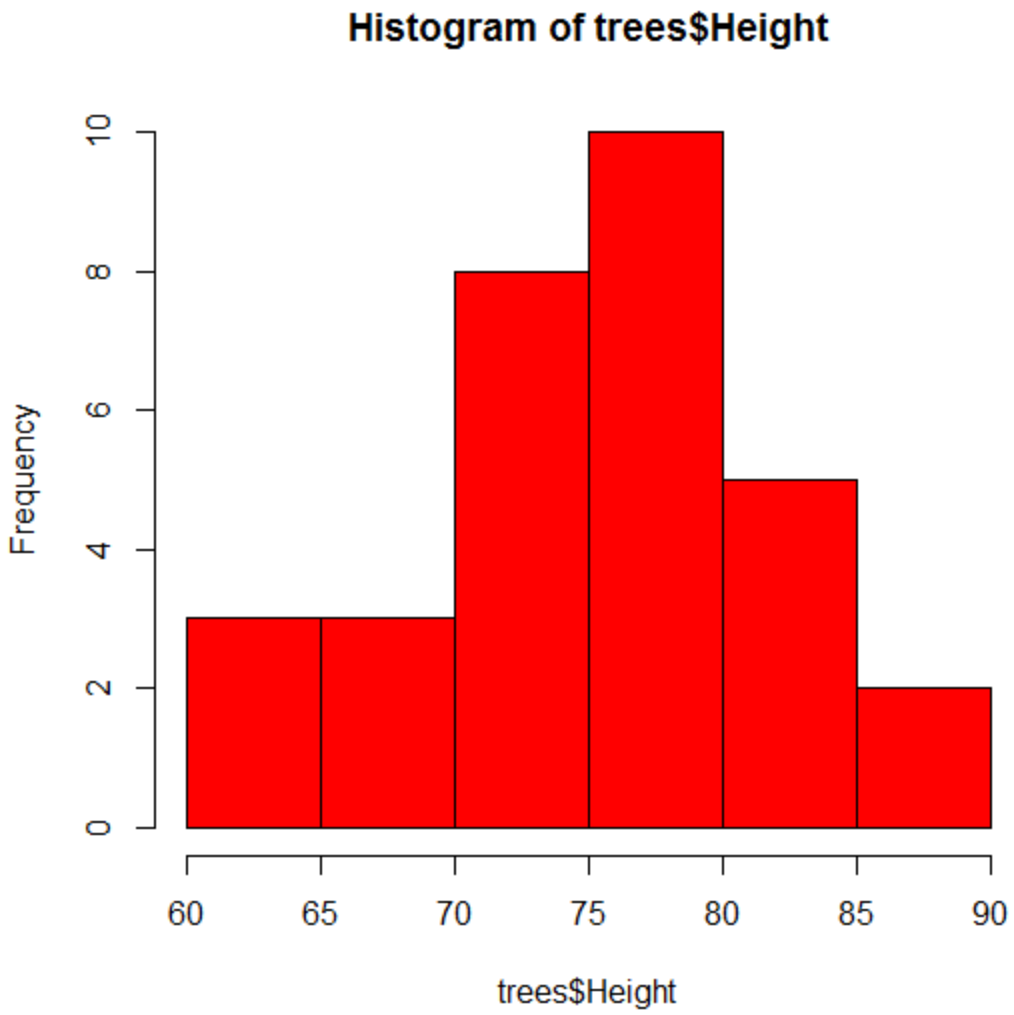


Histogram

```
> hist(trees$Height, col="gray")
```

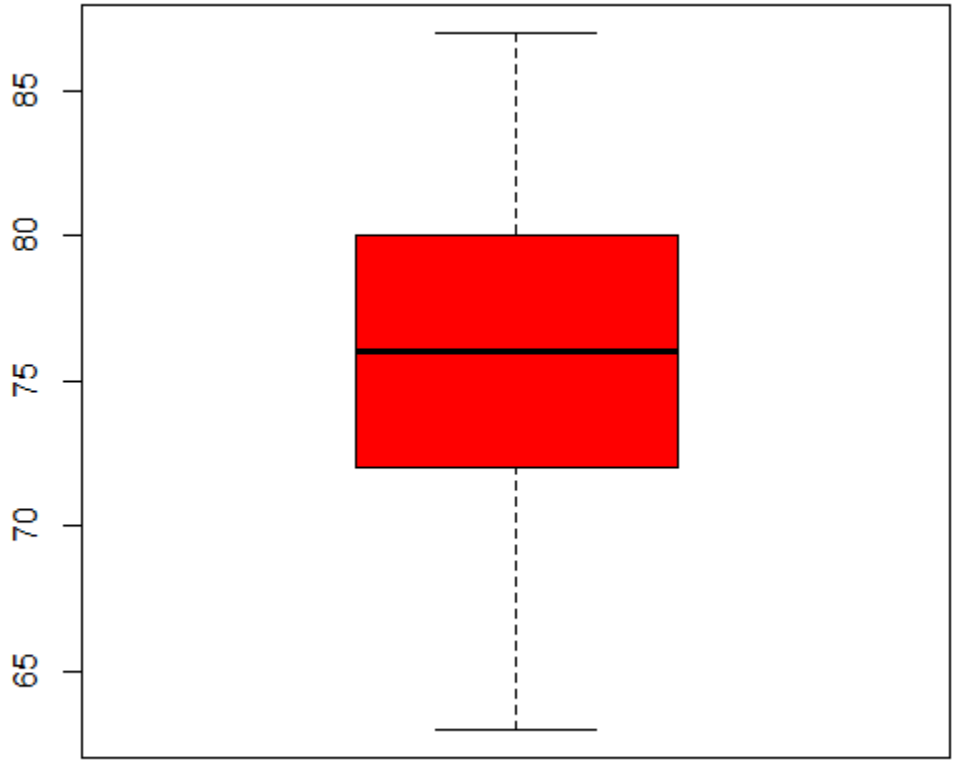


```
> hist(trees$Height, col="red")
```



لدينا نوع آخر من المخططات البيانية ذات الصبغة الإحصائية متاح لنا وهو المخطط الصندوقي آنف الذكر، ويمكن طلب عرض بياناتنا من خلاله باستخدام الدالة **boxplot (qsec, col="gray ")** حيث سنحصل بالنتيجة على الشكل التالي:

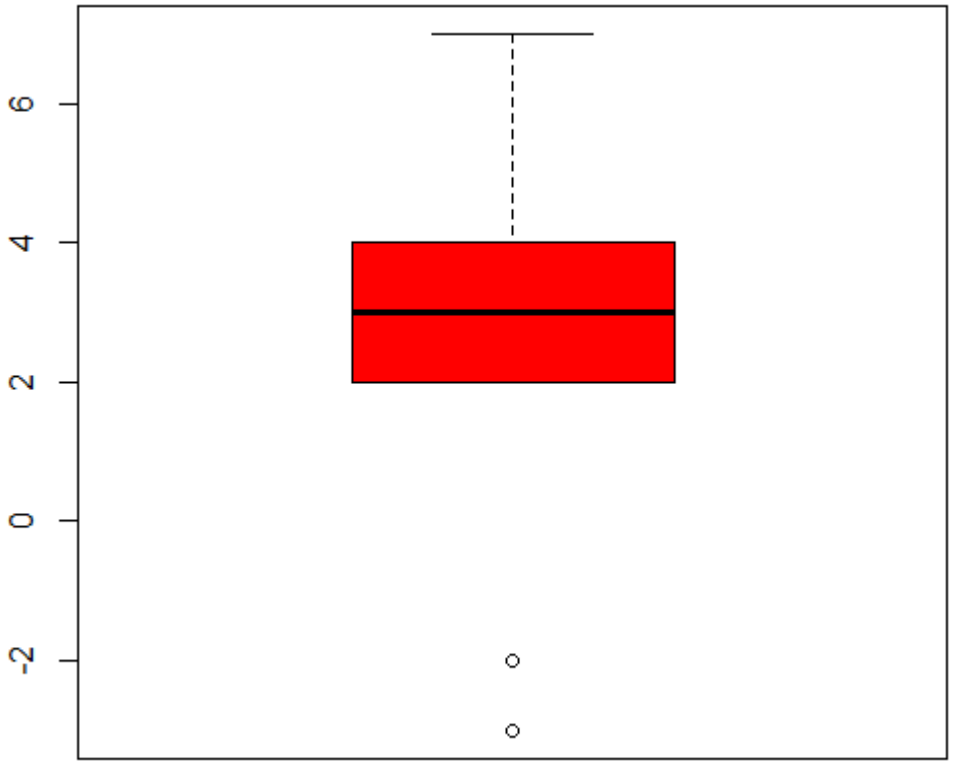
```
> boxplot(trees$Height, col="red")
```



حيث يوضح الخطين الأفقيين على طرفي الرسم في الأعلى والأسفل كل من القيمة الصغرى (في الأسفل) والعظمى (في الأعلى)، أما الصندوق الموجود بينهما فتوضح بدايته من الأسفل ما ندعوه بحد الربع الأول (وهو ما كان يظهر ضمن خرج الدالة summaryتحت التسمية (Q1، وبالتالي يكون المجال المحدد ما بين القيمة الصغرى وطرف هذا الصندوق يتضمن ربع ما لدينا من قيم، أما المجال المحدد ما بين طرفي الصندوق الأسفل والأعلى فيتضمن بالضبط نصف ما لدينا من قيم حيث أن الحد الأعلى للصندوق هو الربع الثالث أي Q3، أما الخط الذي يقطع ذلك الصندوق بالعرض فهو الوسيط (وليس المتوسط الحسابي)، وهو يدل على الحد الذي يقسم كتلة البيانات التي لدينا إلى مجموعتين متساويتين في العدد إحداهما تتضمن القيم التي تعلو خط الوسيط والأخرى فيها القيم التي تقع أسفل خط هذا الوسيط.

في بعض الأحيان قد نرى دوائر أو نقاط تتجاوز حد القيمة العظمى أو تقل عن حد القيمة الصغرى، وهي في واقع الأمر من بياناتنا أيضا لكنها تعامل معاملة القيم الشاذة أو الغريبة وذلك حينما يتجاوز بعدها عن المتوسط ضعفي الإنحراف المعياري ((standard deviationلمجموعة البيانات التي لدينا.

```
> boxplot(x, col="red")
```

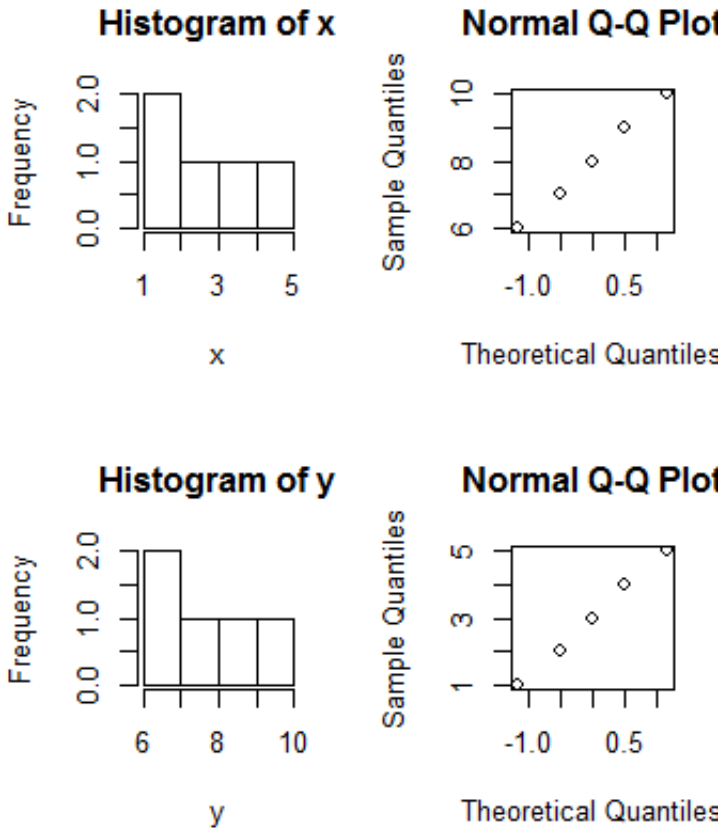


```
> plot(x)
> hist(x)
> boxplot(x)
```

في الإمكان وضع أكثر من رسم واحد في الصفحة وذلك بإستخدام المعلم mfrow والذي تكون قيمته لمتجة عددي صحيح ذا بعدين يعطي عدد الأسطر والأعمدة لاحظ نتيجة التالي:

```
> x<- c(1,2,3,4,5)
> y<- c(6,7,8,9,10)
> par(mfcol=c(2,2))
>  hist(x)
> hist(y)

> qqnorm(y)
> qqnorm(x)
```



ما نتيجة الامر ؟

```
> par(mfrow=c(2,2))
```

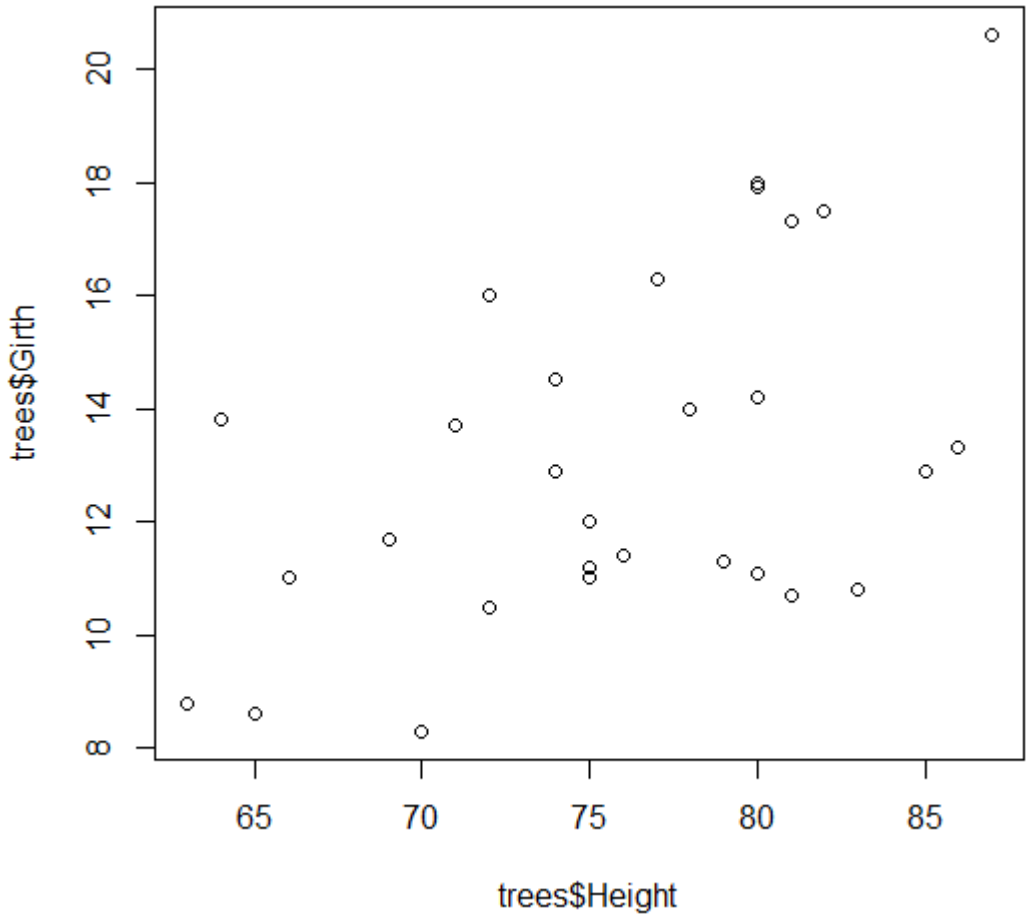
الارتباط : Correlation

الدالة : cor(..., ...)

You can use the **cor( )** function to produce correlations and
cov( ) function to produces covariances.

تحسب مقدار معامل الارتباط بين شعاعين من القيم هما في هذه الحالة x و y) أو بين عمودين في حالة البيانات المستوردة من ملف ما)، حيث تتدرج قيمة معامل الارتباط من -١ حتى +١ وتشير القيم الموجبة إلى وجود إرتباط طردي يزداد وضوحا كلما اقترب من +١، أي أنه كلما زادت قيمة x رافقها زيادة في قيمة y، فيما تشير القيمة السالبة لمعامل الارتباط إلى وجود ارتباط أيضا لكنه في هذه الحالة عكسي ويزداد وضوحا كلما اقترب من -١، أي أن قيمة x تزداد بتناقص y والعكس صحيح، في حين تشير قيمة معامل الارتباط التي تقترب من الصفر إلى أن تغير قيمة x لا يظهر أي علاقة بتغير قيمة y المقابلة

```
> cor(trees$Height, trees$Girth)
[1] 0.5192801
> plot(trees$Height, trees$Girth)
```



معنوية معامل الارتباط الدالة : cor.test ..., ...)

```
> cor.test(trees$Height, trees$Girth)

        Pearson's product-moment correlation

data:  trees$Height and trees$Girth
t = 3.2722, df = 29, p-value = 0.002758
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.2021327 0.7378538
sample estimates:
      cor
0.5192801
```

قيمة معامل الإرتباط هي: 0.519 أي أن احتمال المصادفة في الحصول على هذه القيمة لمعامل الارتباط بالنسبة لمجموعة البيانات المدروسة (أي (p-value)هو 0.002758 وهو هامش شك صغيييير يمكن تجاهله مقارنة بالحد الاقصى لهامش الشك المسموح به ألفا المحدد سبقا والذي يساوي 0.05، لذا من وجهة النظر الإحصائية يعد ذلك الارتباط معنويا و موجودا وليس عن طريق الصدفة.
كما تشير النتائج إلى فترة ثقة للمعامل الارتباط بنسبة 95% هي (0.7378, 0.2021)

تطبيق دالة الارتباط على كامل إطار البيانات trees

```
>  cor(trees)
            Girth    Height    Volume
Girth   1.0000000 0.5192801 0.9671194
Height  0.5192801 1.0000000 0.5982497
Volume  0.9671194 0.5982497 1.0000000
```

تحفظ النتائج ضمن مصفوفة تعرض فيها قيم معامل الارتباط ما بين كل زوجين ممكنين من الأعمدة مثنى مثنى

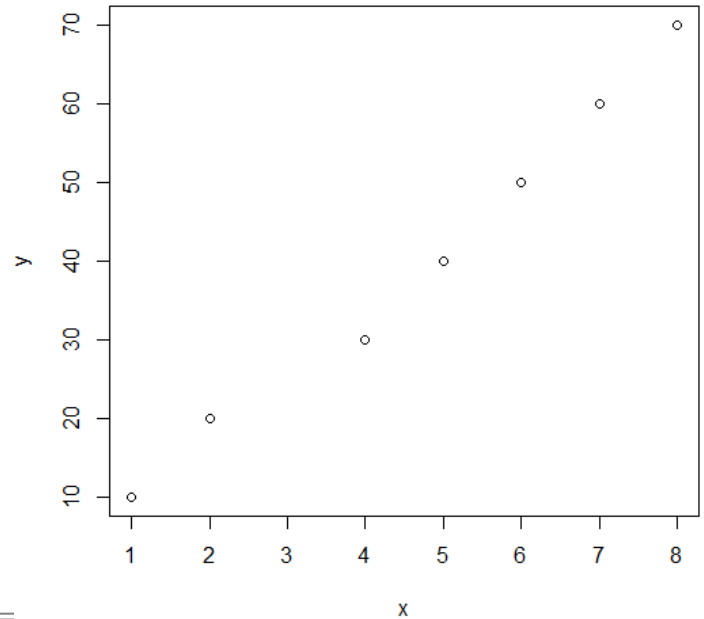
Example

```
> x<-c(1,2,4,5,6,7,8)
> y<-c(10,20,30,40,50, 60,70)
> plot(x,y)
> cor(x,y)
[1] 0.9931833
> cor.test(x,y)

        Pearson's product-moment correlation

data:  x and y
t = 19.053, df = 5, p-value = 7.342e-06
alternative hypothesis: true correlation is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.9525932 0.9990370
sample estimates:
      cor
0.9931833

> cov(x,y)
[1] 55
```



Example:

الارتباط: correlatin تعميم

```
> x<-c(1,2,4,5,6,7,8)
> y<-c(10,20,30,40,50, 60,70)
> z<-c(1,3,5,7,9,10,18)
> S<-cbind(x,y,z)
> S
      x  y  z
[1,] 1 10  1
[2,] 2 20  3
[3,] 4 30  5
[4,] 5 40  7
[5,] 6 50  9
[6,] 7 60 10
[7,] 8 70 18
> cor(S)
          x         y         z
x 1.0000000 0.9931833 0.9315596
y 0.9931833 1.0000000 0.9517468
z 0.9315596 0.9517468 1.0000000
>
```

Example

```
> y<-c(4,5,6)
> z<-c(2,5,8)
> x<-c(1,-2,-6)
> S<-cbind(x,y,z)
> S
      x y z
[1,]  1 4 2
[2,] -2 5 5
[3,] -6 6 8
> cor(S, use="complete.obs", method="kendall")
   x  y  z
x  1 -1 -1
y -1  1  1
z -1  1  1

> cor(S, use="complete.obs", method="pearson")
           x          y          z
x  1.0000000 -0.9966159 -0.9966159
y -0.9966159  1.0000000  1.0000000
z -0.9966159  1.0000000  1.0000000
```

الانحدار : Regression

إن أشكال علاقات الإنحدار يمكن لها أن تتدرج من البساطة (حيث قيمة y تحسب بدلالة متحول وحيد x1 إلى أشكال أكثر تعقيدا نستخدم فيها أكثر من متحول xلحساب قيمة y مثلا:

y = a + b x1 + c x2 + d x3،

كما أن علاقة الإنحدار تلك يمكن أن لا تكون خطية فحسب (وفيها تظهر x من الدرجة الأولى فقط) بل يمكن لها أن تتعدى إلى صيغ تربيعية أو تكعيبية أو سواه.

الانحدار : Regression

بمجرد تحديد وجود ارتباط معنوي ما بين أي مقدارين، علينا عندها توصيف ذلك الارتباط بشكل كمي بعد أن حددنا وجوده بشكل وصفي، وهذا ما يتم توصيفه من خلال علاقة الانحدار ((Regression ومثالها العلاقة الخطية البسيطة والتي يعبر عنها بمعادلة خط مستقيم من الشكل $y = a + b\ x$ حيث a هو الثابت الذي يمثل قيمة y حينما تكون قيمة $x = 0$ في حين أن b تمثل ميل ذلك الخط المستقيم (أو نسبة تغير المقدار y من أجل تغير قيمة x بمقدار ١)، وتحسب هذه المقادير بحيث يمر الخط المستقيم من بين مجموعة النقاط ((x, y بشكل يجعل مقدار الخطأ أقل ما يمكن، حيث أن قيمة الخطأ في كل نقطة x مقاسة هي عبارة عن الفرق ما بين قيمة y الفعلية المقابلة وبين قيمة y المحسوبة من خلال علاقة الخط المستقيم التي حصلنا عليها في علاقة الإنحدار.

الانحدار : Regression

للقيام بحساب تابع الإنحدار الخطي البسيط بلغة Rن ستخدم التعليمة التالية

fit <- lm(y ~ x)،

فمثلا في حال الرغبة في إيجاد تابع الإنحدار الخطي البسيط الذي يحسب ال Height بدلالة Girth نستخدم الأمر التالي:

```
fit<-lm(Height, Girth)
```

ثم استعراض النتائج من خلال الامر الرائع و العام summay

```
Summary(fit)
```

Example

```
> fit <- lm(y ~ x)
> summary(fit)

Call:
lm(formula = y ~ x)

Residuals:
      1       2       3       4       5       6       7
 1.0870  2.7174 -4.0217 -2.3913 -0.7609  0.8696  2.5000

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.5435     2.3186   0.234    0.824
x             8.3696     0.4393  19.053 7.34e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.758 on 5 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9864,    Adjusted R-squared:  0.9837
F-statistic:   363 on 1 and 5 DF,  p-value: 7.342e-06
```

الانحدار : Regression

```
> attach(trees)
> fit <- lm(Height ~ Girth )
> summary(fit)

Call:
lm(formula = Height ~ Girth)

Residuals:
     Min       1Q   Median       3Q      Max
-12.5816  -2.7686   0.3163   2.4728   9.9456

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  62.0313     4.3833  14.152 1.49e-14 ***
Girth         1.0544     0.3222   3.272  0.00276 **
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.538 on 29 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.2697,    Adjusted R-squared:  0.2445
F-statistic: 10.71 on 1 and 29 DF,  p-value: 0.002758
```

إن كل من المعاملين معنويين عند مستوى دلالة 0.05 ، ونجد أن قيمة Adjusted R-squared = 0.2445 أي أن المتغير Girth يفسر ما يقارب 24% من التغير في ال متغير التابع Heitht. كما أن هذا النموذج معنوي حيث أن P-value =0.002 < α =0.05

معادلة الانحدار : Height = 62.0313 + 1.0544 Girth

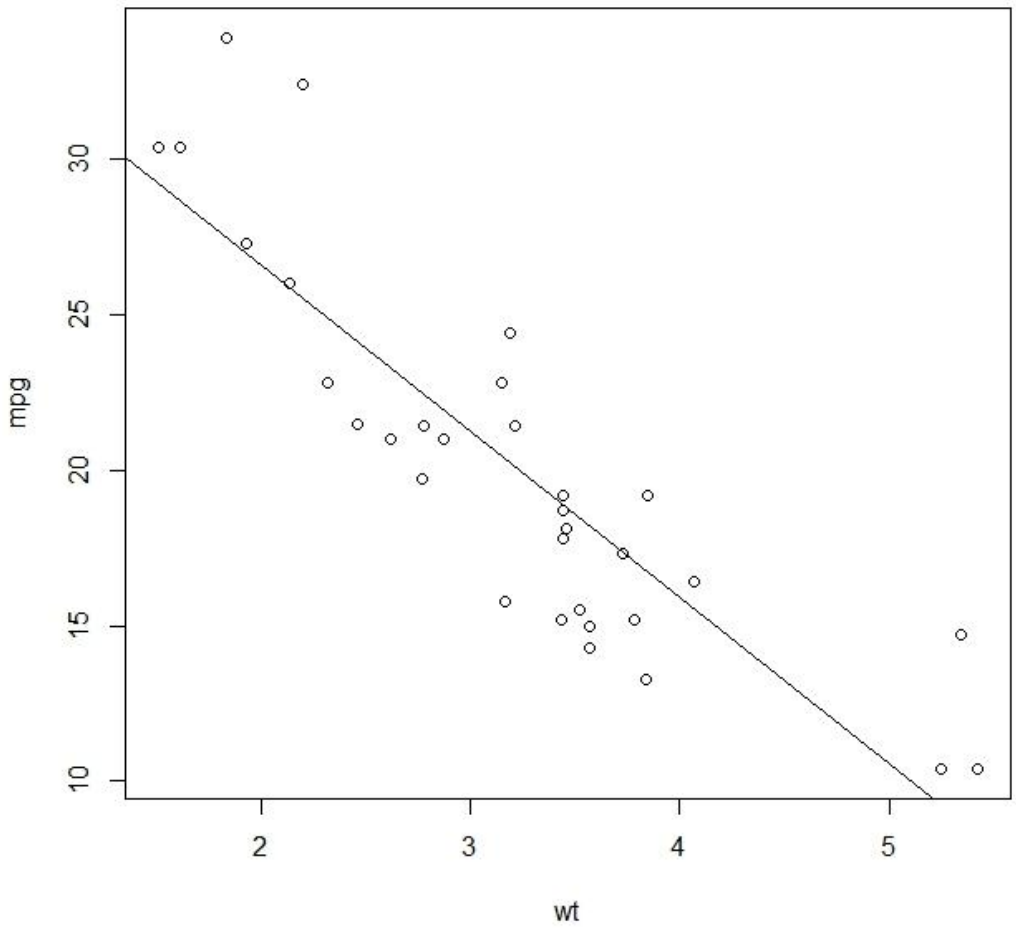
الانحدار : Regression

كذلك نستطيع عرض علاقة الانحدار الخطي البسيطة هذه بشكل رسومي أيضا وذلك من خلال التعليمتين التاليتين:

```
plot(wt, mpg)
abline(fit)
```

Or

```
abline(plot(wt,mpg))
```



Example:

Regression : الانحدار

```
> x<-c(1,2,4,5,6,7,8)
> y<-c(10,20,30,40,50, 60,70)
>  fit <- lm(y ~ x)
> summary(fit)

Call:
lm(formula = y ~ x)

Residuals:
      1       2       3       4       5       6       7
 1.0870  2.7174 -4.0217 -2.3913 -0.7609  0.8696  2.5000

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   0.5435     2.3186   0.234    0.824
x             8.3696     0.4393  19.053 7.34e-06 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.758 on 5 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9864,    Adjusted R-squared:  0.9837
F-statistic:   363 on 1 and 5 DF,  p-value: 7.342e-06

> abline(fit)
```