2-2-5-2-4. دالة المخرجات (Output Function)

بعد أن تقوم دالة الجمع بعملية الجمع الموزون للمدخلات ومن ثم دالة التحويل بتحويل ناتج الجمع إلى قيمة محصورة في مدى معين، قد تكون المخرجات في أغلب الأحيان مساوية لناتج دالة التحويل، ولكن هناك بعض الشبكات التي تقوم وحدة المعالجة فيها بتعديل نتيجة دالة التحويل ويتم ذلك خلال تنافس وحدات المعالجة المجاورة مع بعضها البعض، ويحصل التنافس عادةً في وحدات المعالجة التي يكون لها تنشيط أكبر ، هذه المنافسة تُحدد وحدة المعالجة التي ستكون نشطة أو التي ستقوم بالإخراج، وكذلك تساعد المنافسة في تحديد الوحدات التي سوف تشترك في عملية التعلم والتدريب، ويمكن تلخيص عمل وحدة المعالجة في الشبكة العصبية بالخطوات الآتية:

1. استقبال الإشارات أو المدخلات من العالم الخارجي.
2. تعديل الإشارة الداخلة إلى الوحدة عن طريق الأوزان حيث تُضرب كل إشارة داخله بالوزن الموجود في خط ربط وحدة المعالجة.
3. جمع أوزان الدخل القادمة من الوحدات الأخرى باستخدام دالة الجمع.
4. تطبيق تابع تنشيط معين على مجموع إشارات الدخل الموزونة حتى يتم تحديد إشارة الخرج الناتجة من هذه الوحدة.
5. الخرج الناتج عن هذه الوحدة يمكن أن يُبث إلى عدة وحدات معالجة أخرى أو يمكن أن يكون هو الناتج النهائي للشبكة.

ويمكن توضيح فكرة الشبكة العصبية الاصطناعية من خلال المثال البسيط:

- Input: $x_1 = 3,\ x_2 = 1\ ,\ x_3 = 2.$
- Weighting Coefficients: $w_1 = 0.2,\ w_2 = 0.4\ , w_3 = 0.4.$
- Summation Function: $y = 3 * 0.2 + 1 * 0.4 + 2 * 0.4 = 1.8.$
- Transformation Function: $f(y) = \frac{1}{1+e^{-1.8}}$
- Output Function: $Y = 0.85.$

Example 2.1 Write a MATLAB program to generate a few activation functions that are being used in neural networks.

Solution The activation functions play a major role in determining the output of the functions. One such program for generating the activation functions is as given below.

Program

```
% Illustration of various activation functions used in NN's
x = -10:0.1:10;
tmp = exp(-x);
y1 = 1./(1+tmp);
y2 = (1-tmp)./(1+tmp);

y3 = x;
subplot(231); plot(x, y1); grid on;
axis([min(x) max(x) -2 2]);
title('Logistic Function');
xlabel('(a)');
axis('square');
subplot(232); plot(x, y2); grid on;
axis([min(x) max(x) -2 2]);
title('Hyperbolic Tangent Function');
xlabel('(b)');
axis('square');
subplot(233); plot(x, y3); grid on;
axis([min(x) max(x) min(x) max(x)]);
title('Identity Function');
xlabel('(c)');
axis('square');
```

Example 2.2:

Let $w = 4$, $p = 2$ and $b = -2$ with f radial basis, what is the single neuron output?

$$f = \mathrm{e}^{-n^2}$$

$$a = e^{-(4*2+(-2))^2} = e^{-(6)^2} = 2.31952\mathrm{E}-16$$