



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم الهندسة الطبية

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الطبية

بعنوان

ملاحقة حركة اليد من أجل التعرف على لغة الإشارة العربية وتسهيل

التواصل مع الصم والبكم

**Tracking of Hand Motion in order to recognize Arabic Sign
Language and facilitate the communication with Deaf People**

إعداد المهندسة:

ريما خالد الطلياني

المشرف المشارك:

د.م. رؤوف حمدان

المشرف العلمي:

د.م. بسام لالا

عام 2014



الجمهورية العربية السورية

جامعة دمشق

كلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية

قسم الهندسة الطبية

رسالة أعدت لنيل درجة الماجستير في الهندسة الطبية

بعنوان

ملاحقة حركة اليد من أجل التعرف على لغة الإشارة العربية وتسهيل

التواصل مع الصم والبكم

**Tracking of Hand Motion in order to recognize Arabic Sign
Language and facilitate the communication with Deaf People**

إعداد المهندسة:

ريما خالد الطلياني

المشرف المشارك:

د.م. رؤوف حمدان

المشرف العلمي:

د.م. بسام لالا

لجنة الحكم:

د.م. هاني عماشة

د.م. بسام لالا

أ.د.م. مازن محاييري

Syrian Arab Republic

Damascus University

Faculty of Mechanical & Electrical Engineering

Department of Biomedical Engineering



Thesis Prepared to Obtain Masters Degree of Biomedical Engineering

**Tracking of Hand Motion in order to recognize
Arabic Sign Language and facilitate the
communication with Deaf People**

Prepared By:

Eng. Rima Teliani

Supervised By:

Dr. Eng. Bassam Lala

Dr. Eng. Raouf Hamdan

Year 2014

شكر وتقدير

الحمد لله واهب النعم الذي علم بالقلم علم الإنسان ما لم يعلم وأفضل المحبة والإكرام والصلاة والسلام على سيد الأنام محمد بن عبدالله وعلى آله وصحبه الكرام.....

تتقدم الباحثة بجزيل الشكر والامتنان إلى جامعة دمشق لإتاحتها الفرصة لها بإتمام دراستها العليا وتحقيق الطموح الذي كان يراودها طيل سنين خلت .

كما تتقدم بالشكر لكلية الهندسة الميكانيكية والكهربائية في جامعة دمشق وخصوصاً الدكاترة الأفاضل في قسم الهندسة الطبية لما يبذلونه من جهد في سبيل رفع سوية مهنة الهندسة ورفع سوية الطلاب من خلال رعايتهم الأبوية والعلمية ودعمهم المتواصل لطلبة الدراسات العليا في سبيل الارتقاء بالمستوى العلمي نحو الأفضل لهذه الجامعة العريقة .

وعرفاناً بالجميل تتقدم الباحثة بعميق الشكر وخالص المحبة والتقدير للدكتور المهندس بسام لالا والدكتور المهندس رؤوف حمدان المشرفان على هذا المشروع والذان كانا سنداً عوناً لها في تجاوز كل العقبات والعثرات التي واجهتها في مسيرة البحث اذ كان لملاحظاتهم وتوجيهاتهم القيمة الأثر الأعظم في إغناء هذا البحث ليصبح بشكله المطلوب.

وتشكر الباحثة الأساتذة الأفاضل رئيس وأعضاء لجنة المناقشة.

والشكر الجزيل إلى كل من ساهم في إنجاز هذا العمل

إهداء

إلى هؤلاء سكان عالم الصمت ... إلى الذين سلبتهم الحياة ضوضاءها وأخرجهم الناس من دائرة الضوء
ليعيشوا في ظلال الصمت ... على أمل أن تصل نداءاتهم الصامتة يوماً لأسماعنا ... وتسمع قلوبنا الصمّاء ...
إلى كافة الأخوة الصم والبكم في مجتمعنا العربي ...

إلى روح والدتي الطاهرة الحنونة التي لن أنساها...أهديك أي نجاح أحققه ، وإن سمي نجاح فهو لأنه لك
ومنك...

إلى نهر العطاء وبحر الحنان وشط الأمان...إلى من أدين له بالفضل العظيم ... إلى والدي العزيز أطل الله
بعمره...

إلى من تعجز الكلمات عن وصفه وتعجز الأحرف عن شكره...إلى من كان له الفضل الأكبر في تحقيق هذا
الهدف وكل هدف...إلى من كان سنداً وعوناً لي في جميع جوانب حياتي حتى أتممت هذا العمل...إلى
زوجي الحبيب هادي...

إلى من كان نجاحي وتقديمي همهم الشاغل ...إلى من تقاسمت معهم الحياة بحلوها ومرها.....إلى أختي رنا
وأخوتي عماد وعلاء وهاني وأمير وعائلة زوجي الأعزاء جميعاً..

إلى شذى الحياة وأريجها اللطيف ... إلى زهور متفتحة تنبض وتنبض بالحياة ... إلى ألوان الطيف التي أعطت
لحياتي معنىً جديد بشقاوتها وجمالها وعذوبتهاإلى أولادي علي وجواد..

إلى وطني الأول لبنان ووطني الثاني سوريا....

وأخيراً لا بد أن أسجل احترامي لكل من أسهم برأي أو مشورة أو جهد كان له فضل في خروج هذا البحث إلى
النور.

الفهارس

1- فهرس المحتويات:

I) الفصل الأول : المقدمة.....	1
1-1 لمحة عامة.....	2
2-1 الهدف من البحث.....	4
3-1 أهمية البحث	5
4-1 خطة البحث والطرق المستخدمة لانجازها	7
5-1 الصعوبات والمعوقات.....	8
6-1 النتائج.....	9
7-1 محتويات الأطروحة.....	10
II) الفصل الثاني : الدراسات المرجعية.....	11
1-2 مقدمة	12
2-2 نظام رسم ثلاثي الأبعاد عن طريق التعرف على حركة اليد من كامرتين	13
3-2 جهاز لتعليم لغة الإشارة التركية.....	15
4-2 التعرف على إشارات اليد من أجل التفاعل بين الإنسان والآلة.....	16
5-2 ملاحقة الحركة دون استخدام علامات	18
6-2 التعرف على لغة الإشارة الباكستانية باستخدام مطابقة نموذج احصائي	19
7-2 قفاز يترجم بعض كلمات لغة الإشارة العربية	20
8-2 استخدام HMM في التعرف على ASL بالاعتماد على طرائق الإبصار ثلاثية الأبعاد	21
9-2 نظام للتعرف على لغة الإشارة التايوانية بالاعتماد على أنظمة الإبصار.....	22
10-2 استخلاص الميزات والتعرف على الإشارات للغة الإشارة اليونانية.....	23
11-2 نظام للتعرف على لغة الإشارة البنغلاديشية بالاعتماد على تقنيات الإبصار الحاسوبي	24
12-2 التعرف المبني على المظهر للكلمات في لغة الإشارة الأميركية.....	25

26	(III) الفصل الثالث: الإعاقة السمعية
27	1-3 مقدمة
27	2-3 مستلزمات اكتساب مهارة الكلام
28	3-3 أسباب الصمم وضعف السمع عند المواليد
28	1-3-3 الأسباب الوراثية
30	2-3-3 الأسباب غير الوراثية
31	4-3 علاقة الإعاقة السمعية ببعض مظاهر النمو للطفل الأصم
31	1-4-3 علاقة الإعاقة السمعية بالنمو الجسمي للطفل الأصم
33	2-4-3 علاقة الإعاقة السمعية بالنمو اللغوي للطفل الأصم
34	3-4-3 علاقة الإعاقة السمعية بالنمو العقلي للطفل الأصم
37	4-4-3 علاقة الإعاقة السمعية بالنمو الانفعالي للطفل الأصم
38	5-4-3 علاقة الإعاقة السمعية بالنمو الاجتماعي للطفل الأصم
40	5-3 المشاكل التي يواجهها الصم والبكم
41	6-3 طرق التواصل مع الصم وضعاف السمع
41	1-6-3 الأسلوب السمعي اللفظي والسمعي الشفهي
42	2-6-3 الأسلوب السمعي الشفهي المصحوب بلغة الإشارة
43	3-6-3 أسلوب اللفظ المنغم
43	4-6-3 قراءة الشفاه
44	5-6-3 اللغة الإشارية
44	7-3 لغة الإشارة
44	1-7-3 مقدمة
45	2-7-3 تعريف لغة الإشارة
47	3-7-3 تاريخ لغة الإشارة
51	4-7-3 بعض توصيات الاتحاد العالمي عن أهمية لغة الإشارة
51	5-7-3 مفهوم ثقافة الصم

53	IV) الفصل الرابع : الجانب العملي للبحث
54	1-4 مقدمة
56	2-4 الكلمات التي سنتعرف عليها
58	3-4 تصميم النظام
68	4-4 التقنيات المستخدمة
68	1-4-4 التعرف على الجلد
68	1-1-4-4 مقدمة
69	2-1-4-4 نماذج كشف البشرة الموجودة
72	2-4-4 نمذجة الخلفية
72	1-2-4-4 تعريف الخلفية
72	2-2-4-4 طرق تحصيل الخلفية المتبعة في نظم كشف الحركة
75	3-4-4 تقطيع الصورة
75	1-3-4-4 استخلاص مناطق الحركة
79	2-3-4-4 تطبيق المعاملات المورفولوجية
85	4-4-4 استخلاص الميزات المعتمدة على الشكل
88	5-4-4 نموذج ماركوف المخفي
88	1-5-4-4 مقدمة
89	2-5-4-4 التعريف الرياضي لسلسلة ماركوف
92	3-5-4-4 خوارزمية الأمام
93	4-5-4-4 خوارزمية الخلف
93	5-5-4-4 خوارزمية Viterbi
94	6-5-4-4 خوارزمية العنقدة K-means المتقطعة
96	7-5-4-4 خوارزمية باوم ويلش
97	8-5-4-4 تطبيقات سلاسل ماركوف
99	6-4-4 المكتبة الخاصة بتوابع معالجة الصورة EMGU
99	1-6-4-4 مقدمة
101	2-6-4-4 التوابع المستخدمة

104	7-4-4 المكتبة الخاصة بنماذج ماركوف المخفية Accord
104	1-7-4-4 مقدمة
104	2-7-4-4 المكتبات الموجودة في Accord
105	3-7-4-4 وصف المكتبات المستخدمة في Accord
108	5-4 الكاميرا

110	(V) الفصل الخامس : النتائج ومناقشتها
111	1-5 النتائج
149	2-5 تحليل النتائج

155	(VI) الفصل السادس : الخلاصة ومقترحات مستقبلية
156	1-6 الخلاصة
157	2-6 المقترحات المستقبلية

158	المراجع
-----	----------------

2- فهرس الأشكال:

الشكل (1-2)	تقنية عمل نظام الرسم ثلاثي الأبعاد [1]	14
الشكل (2-2)	نظام للتعرف على لغة الإشارة [3]	15
الشكل (3-2)	واجهات تخاطب معلم لغة الإشارة [3]	16
الشكل (4-2)	تقنية عمل نظام التعرف على إشارات اليد [24]	17
الشكل (5-2)	الضوء المنعكس من Z Cam بالإضافة إلى خرجها [9]	18
الشكل (6-2)	نظام التعرف على لغة الإشارة الباكستانية [2]	19
الشكل (7-2)	نظام التعرف على بعض كلمات لغة الإشارة العربية باستخدام قفاز [19]	20
الشكل (8-2)	شكل إشارة "أب" في ASL بعد معالجتها بطرائق الإبصار ثلاثية الأبعاد [28]	21
الشكل (9-2)	مقاطع الحركة/التوقف في نظام التعرف على لغة الإشارة التايوانية [27]	22
الشكل (10-2)	أحرف لغة الإشارة اليونانية [22]	23
الشكل (11-2)	أحرف العلة والأرقام في لغة الإشارة البنغلاديشية [7]	24
الشكل (12-2)	خرج الكامرتين عند تصوير ممثلي لغة الإشارة [30]	25
الشكل (1-4)	الأنظمة المعتمدة على الكف [5]	54
الشكل (2-4)	الأنظمة المعتمدة على الرؤية [5]	55
الشكل (3-4)	مخطط خطوات عمل خوارزمية التدريب بطريقة Sub	61
الشكل (4-4)	مخطط خطوات عمل خوارزمية التدريب بطريقة Derivatives	63
الشكل (5-4)	مخطط آلية عمل البرنامج	65
الشكل (6-4)	واجهة التخاطب الخاصة بالاعدادات	66
الشكل (7-4)	واجهة التخاطب الخاصة بالتدريب	67
الشكل (8-4)	واجهة التخاطب الخاصة بالاختبار	67
الشكل (9-4)	تغيرات الكثافة الضوئية عند مرور جسم متحرك مع الزمن [10]	76
الشكل (10-4)	مثال على استحصال مناطق الحركة [13]	78
الشكل (11-4)	عنصر بناء مربع 3×3 [16]	81
الشكل (12-4)	أثر تطبيق التمديد باستخدام عنصر بناء مربع 3×3 [16]	82
الشكل (13-4)	أثر تطبيق الحت باستخدام عنصر بناء مربع 3×3 [16]	84

الشكل (4-14)	أمثلة عن الميزات المعتمدة على الشكل [30]	87
الشكل (4-15)	تمثيل أحد نماذج ماركوف المخفية [11]	90
الشكل (4-16)	المخطط المنهجي لـ K-means [11]	95
الشكل (4-17)	تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية العنقدة K-means [11]	96
الشكل (4-18)	تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية Baum-Welsh [11]	97
الشكل (4-19)	مجالات استخدام OPEN CV [35]	99
الشكل (5-1)	واجهة تخاطب برنامج Test Video	150

3- فهرس الجداول:

الجدول (4-1)	الكلمات التي سنتعرف عليها [45]	57
الجدول (4-2)	مقارنة بين الإصدارات المختلفة للـ EMGU CV [35]	100
الجدول (5-1)	عدد الكلمات المتعرف عليها في كل طريقة	112
الجدول (5-2)	دقة التعرف في كل طريقة	112
الجدول (5-3)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 1 كعينة تدريب بطريقة Sub	113
الجدول (5-4)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 1 كعينة تدريب بطريقة FD	114
الجدول (5-5)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 1 كعينة تدريب بطريقة PFD	115
الجدول (5-6)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 1 كعينة تدريب بطريقة NFD	116
الجدول (5-7)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 1 كعينة تدريب بطريقة AFD	117
الجدول (5-8)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 1 كعينة تدريب بطريقة SD	118
الجدول (5-9)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 2 كعينة تدريب بطريقة Sub	119
الجدول (5-10)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 2 كعينة تدريب بطريقة FD	120
الجدول (5-11)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 2 كعينة تدريب بطريقة PFD	121
الجدول (5-12)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 2 كعينة تدريب بطريقة NFD	122
الجدول (5-13)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 2 كعينة تدريب بطريقة AFD	123
الجدول (5-14)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة 2 كعينة تدريب بطريقة SD	124
الجدول (5-15)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 2&3 كعينات تدريب بطريقة Sub	125

الجدول (5-16)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 3&2 كعينات تدريب بطريقة FD	126
الجدول (5-17)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 3&2 كعينات تدريب بطريقة PFD	127
الجدول (5-18)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 3&2 كعينات تدريب بطريقة NFD	128
الجدول (5-19)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 3&2 كعينات تدريب بطريقة AFD	129
الجدول (5-20)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 3&2 كعينات تدريب بطريقة SD	130
الجدول (5-21)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 5&4 كعينات تدريب بطريقة Sub	131
الجدول (5-22)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 5&4 كعينات تدريب بطريقة FD	132
الجدول (5-23)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 5&4 كعينات تدريب بطريقة PFD	133
الجدول (5-24)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 5&4 كعينات تدريب بطريقة NFD	134
الجدول (5-25)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 5&4 كعينات تدريب بطريقة AFD	135
الجدول (5-26)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 5&4 كعينات تدريب بطريقة SD	136
الجدول (5-27)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 7&6 كعينات تدريب بطريقة Sub	137
الجدول (5-28)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 7&6 كعينات تدريب بطريقة FD	138
الجدول (5-29)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 7&6 كعينات تدريب بطريقة PFD	139
الجدول (5-30)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 7&6 كعينات تدريب بطريقة NFD	140
الجدول (5-31)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 7&6 كعينات تدريب بطريقة AFD	141
الجدول (5-32)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين 7&6 كعينات تدريب بطريقة SD	142
الجدول (5-33)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات كعينات تدريب بطريقة Sub	143
الجدول (5-34)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات كعينات تدريب بطريقة FD	144
الجدول (5-35)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات كعينات تدريب بطريقة PFD	145
الجدول (5-36)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات كعينات تدريب بطريقة NFD	146
الجدول (5-37)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات كعينات تدريب بطريقة AFD	147
الجدول (5-38)	نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات كعينات تدريب بطريقة SD	148
الجدول (5-39)	مصفوفة الالتباس Confusion Matrix	154

-4- جدول الرموز:

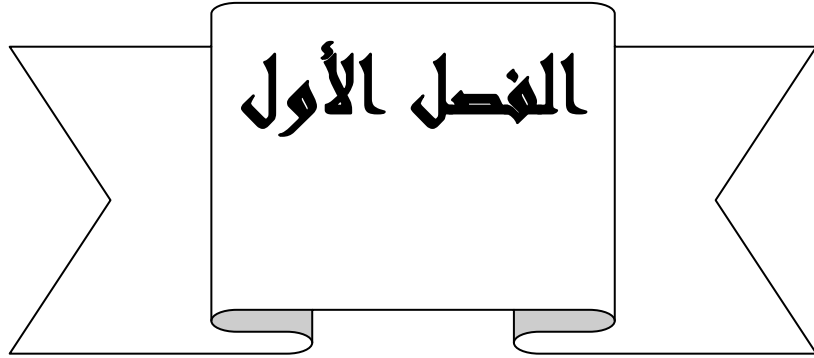
المشتق الأول بالقيمة المطلقة	Absolute First Derivative	AFD
الشبكات العصبونية الاصطناعية	Artificial Neural Network	ANN
لغة الإشارة العربية	Arabic Sign Language	ArSL
لغة الإشارة الأميركية	American Sign Language	ASL
لغة الإشارة البريطانية	British Sign Language	BSL
التعرف على لغة الإشارة بواسطة الكمبيوتر	Computer Sign Language Recognition	CSLR
المشتق الأول	First Derivative	FD
التفاعل بين الكمبيوتر والإنسان	Human Computer Interaction	HCI
نموذج ماركوف المخفي	Hidden Markov Model	HMM
معدل الفائض الأعظم	High Redundancy Rate	HRR
المشتق الأول السالب	Negative First Derivative	NFD
تحليل المكونات الأساسية	Principal Component Analysis	PCA
تابع الكثافة الاحتمالي	Probability Density Function	PDF
المشتق الأول الموجب	Positive First Derivative	PFD
لغة الإشارة الباكستانية	Pakistan Sign Language	PSL
معدل التعرف	Recognition Rate	RR
المشتق الثاني	Second Derivative	SD
التعرف على لغة الإشارة	Sign Language Recognition	SLR

المخلص

إن التعرف الأوتوماتيكي على لغة الإشارة هو من الموضوعات المهمة كثيراً في عالم يظهر اهتماماً متزايداً في إزالة العوائق التي يواجهها ذوي الاحتياجات الخاصة في التواصل والانخراط في المجتمع. أما لغة الإشارة فهي عبارة عن مجموعة من الرموز المرئية اليدوية (إيماءات وحركات) التي تستعمل بشكل منظم للكلمات أو المفاهيم أو الأفكار كوسيلة تواصل بين الصم والبكم وغيرهم من أفراد المجتمع. تسهل أنظمة التعرف الأتوماتيكي على لغة الإشارة التواصل بين المجتمع الصوتي واللاصوتي إذ يمكن استخدامها لترجمة الإشارات إلى كلمات منطوقة. ولكن الملاحظ أن عدد المشاريع المنفذة لخدمة الصم والبكم العرب كانت قليلة مقارنة مع تلك المنفذة للغات الإشارة الأخرى ونظراً لواقع الصم والبكم العرب وعددهم كان مشروعنا هذا ألا وهو التعرف على لغة الإشارة العربية من أجل تسهيل التواصل مع الصم والبكم باستخدام ملاحقة حركة اليد وغيرها من تقنيات معالجة الصورة والذكاء الصناعي. من أجل تحقيق هذا الهدف اعتمدنا على جمع قاعدة بيانات عبارة عن فيديوهات لـ 10 أشخاص يمثل كل منهم 26 كلمة من لغة الإشارة العربية التي تتطلب حركة يد واحدة أو اثنتين من أجل التعرف عليها باستخدام نماذج ماركوف المخفية. تمت معالجة هذه الفيديوهات بطريقتين مختلفتين: الطريقة الأولى (الطرح/Subtraction) اعتمدت على تطبيق عدد من تقنيات معالجة الصورة مثل المعاملات المورفولوجية والتعتيب بناء على لون الجلد وطرح الخلفية وغيرها، أما في الطريقة الثانية (المشتقات/Derivatives) فقد تم الاعتماد على التعرف على لون الجلد ثم تطبيق مجموعة من المعادلات التفاضلية لاستخراج عدد من الأشعة المميزة التي تستخدم في التعرف. يعطي خرج هذا النظام معنى الكلمة الإشارية بشكل مكتوب وملفوظ كما يظهر فيديو للإشارة الأصلية المنفذة من قبل خبراء لغة الإشارة. لقد واجهتنا العديد من الصعوبات في بحثنا أهمها اختلاف الإشارة الممثلة من قبل الأشخاص من جميع الجوانب (شكل اليد وحجمها وطريقة تنفيذ الإشارة وسرعتها...) بالإضافة إلى تأثيرات الإضاءة والوسط والخلفية ولكننا تجاوزنا هذه المعوقات وتوصلنا إلى نتائج جيدة في الطريقتين كان أعلاها نسبة 84.6% حيث تم التعرف على 132 كلمة من أصل 156. ولقد استنتجنا أن طريقة Sub أعطت نتائج أفضل.

Abstract

Automated recognition of sign language is important in a world that is showing a continuously increasing interest in removing barriers faced by physically challenged individuals in communicating with and contributing to the society. Sign languages primarily consist of hand gestures performed by the hearing impaired as a means of communication. Automated sign language recognition systems can greatly facilitate the communication between the vocal and the non-vocal communities as they can be used to translate signs into spoken words. Compared to other sign languages, not much has been done in the automation of the Arabic sign language, and due to the reality and number of Arab Deaf we performed this project, which is "Recognizing Arabic Sign Language", to facilitate the communication with deaf people using tracking of hand motion and other techniques of image processing and artificial intelligence. In order to achieve this goal, we collected a database consisting videos for ten persons performing 26 sign words each. Those words require movement in one or both hands. The recognition was done using Hidden Markov Model, and the videos were processed in two different methods. The first method (Subtraction) used different image processing techniques like applying morphological operations, skin detection, background subtraction and others. While the second method (Derivatives) depended on using skin detection and then extracting derivative feature vectors that will be used in the recognition. The output of this system is the written and spoken meaning of the applied sign in addition to the video of sign language expert performing the original sign. We've faced many difficulties in this study such as differences of representing the sign in all aspects (hand shape, hand size, method of performing the sign, its speed,...) in addition to the illumination, environment and background effects. But we solved those problems successfully and achieved good results in both methods. The higher accuracy rate was 84.6% in which the system recognized 132 words out of 156. We've concluded that (Sub) method gives better results than the derivatives.



المقدمة

(Introduction)

1-1) لمحة عامة:

الكلام هو طريقة التواصل الأسهل والأكثر طبيعية بين البشر منذ عشرات القرون... ولكن هناك فئة في المجتمع يفقد أفرادها القدرة على إنتاج الكلام نتيجة الإعاقة السمعية ألا وهم الصم والبكم وبالتالي يفقدون طرق التواصل مع الأشخاص العاديين ونتيجةً لذلك تجدهم في عزلة عن المجتمع حتى وإن طُبِّقَت برامج الدمج مع العاديين في المدارس أو الجامعات وحلاً لهذه المشكلة يجب تسهيل طرق التواصل المختلفة مع الصم أو ضعاف السمع.

يستخدم الصم لغة الإشارة كوسيلة رئيسية للتواصل مع غيرهم من الصم أو مع الأصحاء (السامعين). وتعرّف لغة الإشارة بأنها مجموعة من الرموز المرئية اليدوية التي تستخدم بشكل منظم للكلمات أو المفاهيم أو الأفكار الخاصة باللغة، ويتم التعبير عنها أو تشكيلها بلغة الإشارة، عن طريق الربط بين الإشارة ومدلولها في اللغة المنطوقة. وتعد لغة الإشارة لغة مستقلة لها فوائدها ونظامها الذي يمكننا من تركيب جملة كاملة.

إن الاهتمام بأبحاث التعرف الأوتوماتيكي على لغة الإشارة بدأ منذ حوالي عشرون عاماً خاصة للغات الإشارة الأميركية [25] والأسترالية [13] والكورية [14]. منذ ذلك الحين تم اقتراح العديد من التقنيات والخوارزميات باستخدام العديد من الطرق المعتمدة على استعمال الحساسات، ومعالجة الإشارة، ومعالجة الصورة وطرق التعرف على الأنماط. ولقد امتد هذا التطبيق إلى لغات إشارة عالمية متعددة مثل اللغة اليابانية [17]، والصينية [29] أما الأقل تطوراً فكانت اللغة الإشارية العربية. تعتمد طرق التعرف على لغة الإشارة على استخدام كف ذو عناصر الكتروميكانيكية تقوم باقتباس المعلومات من إيماءات اليد بواسطة مجموعة حساسات حركة موصولة مع الكمبيوتر [14,17]. ثم يتم معالجة هذه المعطيات ببرامج معالجة الإشارة وتطابق الأنماط لتصنيف وإدراك الإيماءات المختلفة. ولكن هذه الأنظمة تسبب ازعاج لممثل الإشارة كما أنها تحد من حركته. وهناك أنظمة مبنية على الإبصار الحاسوبي تلتقط حركة اليد بواسطة كاميرات فيديو بطريقة غير مقيدة [25]. وبعدها يتم معالجة الفيديو بواسطة تقنيات معالجة الصورة والذكاء الصناعي للتعرف على إيماءات اليد [13]. يجب معالجة معطيات الإشارة (الإيماءة) وتحديد بارمتراتنا ونمذجتها للتعرف عليها بغض النظر عن طريقة استحصال المعطيات. هناك العديد من الاحتمالات للميزات التي يمكن الاعتماد عليها من أجل التعرف

فهي يمكن أن تكون مركز جاذبية كتلة اليد بالنسبة إلى الوجه أو الجسم، أو بالنسبة لإطار الإشارة الأولى، أو بالنسبة للإطار السابق [10] أما الميزات الأخرى فهي توصف حركة اليد من خلال ملاحظة بيكسلات اليد [6]. كما أنه تم استخدام الميزات الإحصائية مثل الميزات المرتكزة على العزم [10]. بالرغم من استخدام هذه التقنيات في أكثر من 21 دولة تغطي جزء ديمغرافي وجغرافي كبير في العالم، إلا أنه وحتى اليوم كان هناك عدد قليل فقط من المشاريع المتعلقة بالتعرف على لغة الإشارة العربية (ArSL) ومعظمها كان للتعرف على التهجئة بواسطة الأصابع (التعبير عن الكلمة بتمثيل الأحرف الأبجدية التي تتألف منها) [4].

تصنف الدراسات التي تم نشرها عن التعرف على لغة الإشارة إلى ثلاثة أنواع:

1. في التصنيف الأول يقترح الباحثون طرق للتعرف على وضعيات اليد الثابتة أو أحرف لغة الإشارة [18, 26] إذ يستخدمون صور الأيدي ويستخلصون الأشعة المميزة وفق المعلومات الثابتة لشكل اليد. ولكن هذه الطريقة لا تتيح التعرف على الأحرف التي تحوي حركة موضعية تنتج من المعصم أو مفاصل الأصابع مثل حرف 'j' في اللغة الإشارية الأميركية (ASL) الذي يتطلب حركة في معصم اليد فقط وهو الحرف الوحيد الذي يحوي حركة في تمثيله.
2. يجمع الباحثون في التصنيف الثاني [1, 12] أشعة مميزة متتالية من الإيماءات ويستخدمون المعلومات الديناميكية من أجل التعرف على الأحرف ذات الحركة الموضعية أيضاً. في هذه الطرق يتم ملاحظة الحركة الناجمة عن تغير وضعية اليد فقط بينما يتم تجاهل حركة المسار (الحركة المنتجة بواسطة الكتف أو المرفق).
3. في الصنف الثالث يحاول الباحثون التعرف على كلمات وجمل لغة الإشارة [20, 28] حيث تحوي الإشارة على حركة يد وفق مسار بالإضافة إلى الحركة الموضعية. وبالتالي معظم هذه الأنظمة تستعمل التقطيع (Segmentation) وملاحقة (Tracking) اليدين.

كما ذكر سابقاً، يستعمل معظم الباحثون أدوات خاصة لاستحصال المعطيات مثل قفازات المعطيات (Data Gloves) أو القفازات الملونة (Colored Gloves) أو حساسات الموقع (Location Sensors) أو الكاميرات التي يتم ارتداؤها (Wearable Cameras). بعض الباحثين من الصنف الأول والثاني

يستخدمون كاميرات ثابتة بسيطة [26, 8] دون أية أداة خاصة لاستحصال المعطيات ولكن صورهم تظهر فقط اليد. ويساعدهم التقطيع وفق لون الجلد على الحصول على نتائج مثالية. أما في الصنف الثالث وبسبب التداخل بين الأيدي والرأس فإن التقطيع بالاعتماد على لون الجلد يكون صعباً جداً. ولكن يمكن استخدام طرق أخرى عوضاً عن القفازات مثلاً في [25] وضعت الكاميرا فوق ممثل الإشارة من الجهة الأمامية وبالتالي تم تقليل التداخل بين اليدين والرأس في الصور الملتقطة بهذه الكاميرا. ولكن هذه الطرق هي صعبة في التطبيق العملي.

بعكس الطرق الموجودة تم تصميم نظامنا للتعرف على كلمات لغة الإشارة العربية باستخدام مميزات مستخلصة مباشرة من الإطارات الملتقطة من الكاميرا ودون استخدام أية أداة وسيطة.

سوف نقوم بهذا البحث بتقديم نظام للتعرف على لغة الإشارة العربية باستخدام مجموعة تقنيات لاستخلاص الميزات والتصنيف.

2-1 (الهدف من البحث:

هدف مشروعنا هو ملاحقة الحركة المستمرة لليد والتعرف على هذه الحركة باستخدام إحدى تقنيات الذكاء الصناعي من أجل مساعدة الصم والبكم العرب عن طريق ترجمة كلمات لغة الإشارة العربية التي تتطلب حركة إلى نص مكتوب وبالتالي تسهيل تواصل الصم والبكم مع باقي أفراد المجتمع والمساعدة في انخراط هذه الفئة المعزولة لممارسة حياة أشبه بالطبيعية.

1-3 (أهمية البحث:

تشير التقديرات الصادرة عن منظمة الصحة العالمية في عام 2005 إلى إصابة 278 مليون شخص في جميع أنحاء العالم بحالات معتدلة أو بالغة من فقدان السمع في كلتا الأذنين. ويعيش 80% من المصابين بالصمم وضعف السمع في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. ولكن عدد المصابين بضعف السمع، بكل مستوياته، يشهد ارتفاعاً في جميع أنحاء العالم، وذلك راجع أساساً لارتفاع عدد سكان العالم وامتداد متوسط العمر المأمول. علماً أن تأثير ضعف السمع على قدرة الطفل على النطق والحديث والتعلم والاندماج في المجتمع يعتمد على مستوى ذلك الضعف ونوعه ومرحلة العمر التي يظهر فيها، خصوصاً عندما يبدأ ذلك الضعف قبل السن التي تتطور فيها ملكة النطق عادة.

تقل نسبة المستفيدين من المعينات السمعية في البلدان النامية عن 1 من أصل 40 مصاب، ومن المقدّر أن تسدّ كميات المعينات السمعية المُنتجة حالياً أقلّ من 10% من الاحتياجات العالمية. كما قدر خبراء الأمم المتحدة إن ربع سكان أي مجتمع محلي يتأثرون بتأثير مباشر بالعجز عن طريق الوقت والموارد التي ينفقها أفراد الأسرة لرعاية المعوقين أما في البلدان النامية لا يستطيع الانتفاع من الخدمات الصحية سوى شخص واحد من كل عشرة أشخاص.

إن نسبة الصم في سورية حوالي 0.75% (بما يقارب 120,000 أصم سوري) وأن أغلبهم لم يتموا حتى الابتدائية حيث أن الطالب الأصم يتأخر في دراسته لأن مدرسيه لا يتقنون لغة الإشارة .

ويجب الأخذ بعين الاعتبار أن الأشخاص الصم يتمتعون بقدرات عقلية وبصرية وحركية طبيعية تماماً، حيث أثبتت الدراسات إن إعاقته السمعية لا تؤثر على قدراته العقلية أو على مكونات شخصيته فهو كما الآخرين بل انه أكثر قدرة على تذكر الأشكال والأشياء المحسوسة والمهارات الحركية. كما أن درجة التزام الشخص الأصم في العمل عالية فهو بحكم إعاقته السمعية لا يستجيب للمشتتات والأحاديث الجانبية مع الزملاء. ويرى بعض التربويين أن قدرة الصم في التفكير المجرد لا تختلف عن السامعين وبعض الدراسات تؤكد أن لا علاقة بين الصمم وفقدان السمع من جهة والذكاء من جهة أخرى [43]

وقوفاً أمام فئة الصم والبكم في المجتمع والتي ليست بصغيرة. وكون هذه الفئة ونتيجة لعزلتها وعدم انخراطها في المجتمع ومشاكله فإن لدى أفرادها من الوقت للتفكير أضعاف ما لدى الأصحاء وعندهم القدرة على التمتع في الأمور والتفكر بها بعمق مما يولد لديهم طاقات هائلة والقدرة على الإبداع والاكتشاف وسعيًا منا لاستغلال قدراتهم والاستفادة منها وتسخيرها لخدمة المجتمع والوطن، ولانتشالهم من عزلتهم، ولدفع بهم إلى مسرح الحياة كان بحثنا هذا .

علمًا أن التعرف الأوتوماتيكي على لغة الإشارة هو تطبيق في غاية الأهمية خصوصاً أن هناك اهتمام متزايد لإزالة الحواجز الناتجة عن الإعاقات الفيزيائية للأشخاص ذوي الاحتياجات الخاصة والتي تحد من قدرتهم على التواصل والانخراط في المجتمع. وبما أن لغة الإشارة تتكون من مجموعة من الإيماءات والحركات التي تستخدم من قبل الصم كوسيلة للتواصل. فيمكن لأنظمة التعرف المؤتمتة على لغة الإشارة أن تسهل التواصل بين المجتمع الصوتي والمجتمع اللاصوتي عن طريق ترجمة الإشارات إلى كلمات منطوقة أو مكتوبة. ويمكن لهذه الأنظمة أن تحقق فائدة شبيهة بأنظمة التعرف على الكلام التي تستخدم من قبل عالم السامعين للتفاعل بين الإنسان والآلة ولكن بشكل أكثر طبيعية. وبالنسبة للغة الإشارة للصم والبكم العرب نجد أنه لا يوجد دراسات كافية لخدمتهم ومساعدتهم مقارنة باللغات الإشارية الأخرى ومجمل الأبحاث المنفذة في مجال اللغة الإشارية العربية اقتصر على التعرف على الأرقام والأحرف ولكن الصم والبكم قلما يستخدمون الأحرف ومعظم استخدامهم يكون للكلمات التي يكون لكل منها تمثيل إشاري معين واستخدامهم للأحرف مقتصر على التعريف بالأشخاص (الأسماء) والكلمات الجديدة، أضف إلى ذلك أن التمثيل الإشاري لمعظم الكلمات يتضمن حركة ونظراً لصعوبة التعرف على الحركة كانت الأبحاث المنفذة قليلة .

نحن نأمل أن نأخذ بيد هذه الفئة المعزولة وندفع بها لكسر حاجز الصمت وانخراطها بالمجتمع من خلال تسهيل عملية تواصلهم مع باقي فئات المجتمع بشكل مؤتمت وهذا ما يميز مشروعنا عن غيره من المشاريع التي نفذت لخدمة الصم والبكم حيث أن لغة الإشارة علم كغيره من العلوم ومن المفيد أتمت هذا العلم لتعميمه وجعله سهلاً ومتداولاً .

1-4 (خطة البحث والطرق المستخدمة لانجازها:

من أجل تصميم نظام للتعرف على الكلمات الإشارية التي تحوي حركة وتحويلها إلى كلمات مكتوبة بشكل أوتوماتيكي، سوف نتبع المراحل التالية:

1. الدراسة المرجعية للمشاريع ذات الصلة بموضوع التعرف على لغة الإشارة. هناك العديد من الدراسات والأبحاث المستخدمة للتعرف على اللغات الإشارية العالمية تم التطرق إلى بعضها في الفصل الثاني.

2. تحديد مواصفات النظام الذي سنعتمد عليه للتعرف على لغة الإشارة وتحديد متطلبات العمل والشروط الواجب التقيد بها. هذا بالإضافة إلى تحديد الكلمات التي نريد التعرف عليها: استخدم في هذا البحث كاميرا بدقة 480 * 640 pixel. وكان توضع الكاميرا أمام المستخدم على بعد 1 متر تقريباً منه. نتيجة تقنيات معالجة الصورة المستخدمة استطعنا استخلاص المعلومات دون الحاجة إلى فرض شروط على بيئة التصوير أو الخلفية أو حتى ثياب المستخدم، فجميع هذه المشاكل تم حلها ولقد تم التعرف على 21 كلمة إشارية عربية (ذكرت في الفصل الرابع) وهي كلمات تعتمد على حركة يد واحدة لتمثيل الإشارة. كما تم إضافة تطبيق لترجمة الكلمات التي تعتمد على حركة اليدين في 5 كلمات أخرى.

3. معالجة الصور المقتبسة بواسطة الكاميرا واستخلاص المعلومات المفيدة منها والتي سنعتمد عليها في التعرف. إذ تم تطبيق العديد من تقنيات معالجة الصورة مثل المعالجة المورفولوجية (الحث والتمديد) والتعتيب بناء على لون الجلد ومن ثم طرح الخلفية (من أجل استخلاص الأجسام المتحركة في الصورة) ورسم مسار الحركة عن طريق رسم Polygon ، بالإضافة إلى ذلك كان هناك طريقة أخرى لاستخراج الميزات والتي تعتمد على التعتيب بناء على لون الجلد ثم تطبيق مجموعة من المعادلات التفاضلية (المشتقات) للحصول على عدد من الأشعة المميزة التي تمثل الصورة وستستخدم بالتعرف.

4. تطوير طريقة لمطابقة الصور ومن ثم ترجمتها إلى كلمات. من أجل مطابقة الصور المقتبسة مع تلك المخزنة لجأنا إلى موازنة سمات الصورة مع السمات المرجعية لجميع المفردات المرجعية للبحث عن المفردة الأقرب إليها. وعندما يجد البرنامج الصورة الأقرب يظهر الكلمة الموافقة لهذه الصورة كما

يشغل التسجيل الذي يظهر المعنى أيضاً بشكل صوتي وهذا ما يتيح استخدام البرنامج أيضاً من قبل فاقد البصر.

5. مرحلة التدريب عن طريق تخزين الصور الموافقة للكلمات وتدريب النظام من خلال عدد من العينات. تم تدريب البرنامج على قاعدة بيانات تحوي فيديو هات للكلمات المطلوبة تم انجازها من قبل مجموعة أشخاص قامو بتمثيل الكلمات الإشارية بناء على تدريب اختصاصي في لغة الإشارة وعلى أحد البرامج المنفذة في إحدى الدول العربية إذ يمكن هذا البرنامج من إعطاء الإشارة الموافقة لكلمات القاموس الإشاري العربي الموحد، وتدريب النظام ومن ثم اختباره.

6. مرحلة التعرف باستخدام إحدى تقنيات الذكاء الصناعي: لقد استخدمنا نموذج ماركوف المخفي (HMM) وهو من الطرق الإحصائية في التعرف، وذلك بعد إنهاء مرحلة التدريب باستخدام قاعدة المعطيات المرجعية وتم تدريب التعرف على قاعدة معطيات خاصة.

5-1 (الصعوبات والمعوقات:

تكمن صعوبة مسألة التعرف على لغة الإشارة في تنوع شكل الإشارة الموافقة للكلمة نفسها للمتحدث نفسه إذ هناك اختلاف في تمثيل الإشارة من قبل الشخص الواحد في كل مرة تقتبس فيها الحركة كما أن تمثيل هذه الإشارة يختلف بين شخص وآخر من ناحية طريقة الحركة وسرعتها وحجم اليد وغيرها من العوامل. هذا بالإضافة إلى أن البيئة المحيطة بالمستخدم تؤثر على دقة عمل النظام مثل شدة الإضاءة والوسط الذي يتم التصوير فيه ووجود أشخاص بقرب المستخدم أو شكل الخلفية وأية تغيرات فيها وشدة ألوان ثياب المستخدم ومكان توضع الكاميرا. وكذلك، بعكس اللغات الإشارية الأخرى، لا تحتوي لغة الإشارة العربية على قاعدة معطيات معيارية يمكن شرائها أو استخدامها بشكل عام. وبالتالي يجب أن نقوم بجمع قاعدة المعطيات الخاصة بنا.

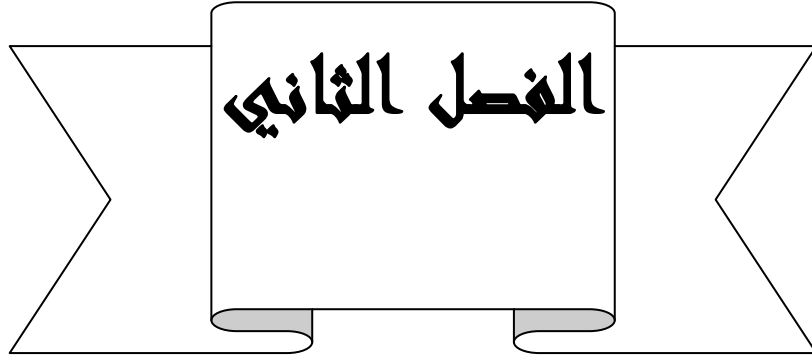
1-6 (النتائج)

لقد قمنا بإجراء عدة اختبارات من أجل تحصيل النتائج ومعرفة دقة النظام وهي كما يلي:

- 1- الاعتماد على المجموعة رقم 1- في التدريب وتجريب البرنامج بطريقة Sub وبطريقة المشتقات بالاعتماد على مختلف معادلات المشتقات FD, PFD, NFD, AFD, SD، واعتبار باقي المجموعات (10) عينات اختبار.
 - 2- الاعتماد على المجموعة رقم 2- في التدريب وتجريب البرنامج بطريقة Sub وبطريقة المشتقات بالاعتماد على مختلف معادلات المشتقات FD, PFD, NFD, AFD, SD، واعتبار باقي المجموعات (10) عينات اختبار.
 - 3- الاعتماد على المجموعة 2- والمجموعة 3- في التدريب وتجريب البرنامج بطريقة Sub وبطريقة المشتقات بالاعتماد على مختلف معادلات المشتقات FD, PFD, NFD, AFD, SD، واعتبار باقي المجموعات (9) عينات اختبار.
 - 4- الاعتماد على المجموعة 4- والمجموعة 5- في التدريب وتجريب البرنامج بطريقة Sub وبطريقة المشتقات بالاعتماد على مختلف معادلات المشتقات FD, PFD, NFD, AFD, SD، واعتبار باقي المجموعات (9) عينات اختبار.
 - 5- الاعتماد على المجموعة 6- والمجموعة 7- في التدريب وتجريب البرنامج بطريقة Sub وبطريقة المشتقات بالاعتماد على مختلف معادلات المشتقات FD, PFD, NFD, AFD, SD، واعتبار باقي المجموعات (9) عينات اختبار.
 - 6- الاعتماد على المجموعة 1- والمجموعة 2- والمجموعة 3- والمجموعة 4- والمجموعة 5- في التدريب وتجريب البرنامج بطريقة Sub وبطريقة المشتقات بالاعتماد على مختلف معادلات المشتقات FD, PFD, NFD, AFD, SD، واعتبار باقي المجموعات (6) عينات اختبار.
- بعد تجريب كل من عينات التدريب هذه بمختلف الطرق على باقي مجموعات المعطيات قمنا بحساب دقة التعرف للبرنامج عن طريق معدل الكلمات المتعرف عليها بشكل صحيح.

1-7 (محتويات الأطروحة:

يتكون هذا البحث من ستة فصول. الأول هو المقدمة ولمحة عن المشروع والهدف منه وأهميته والصعوبات والنتائج وغيرها من الأفكار التي تعطي صورة واضحة عن البحث. الثاني يتضمن الدراسة المرجعية وهو تلخيص بعض الأبحاث في هذا المجال والتي تم الاطلاع عليها للاستفادة في هذا النظام أو لتوضيح الطرق المختلفة المستخدمة للتعرف على لغات الإشارة في العديد من الدول. وسوف نتناول في الفصل الثالث الجانب النظري للبحث حيث سيتم شرح مسببات الإعاقة السمعية والمشاكل التي يواجهها الصم والبكم وواقع لغة الإشارة العربية. أما الجانب العملي للبحث فيتم التطرق إليه في الفصل الرابع حيث سنتحدث عن تفاصيل التقنيات والطرق المستخدمة في المشروع من تقنيات معالجة الصورة واستخلاص المعلومات المفيدة وطرق التعرف ومواصفات الكاميرا المستخدمة. في الفصل الخامس سنورد النتائج التي حصلنا عليها عند استخدام النظام والدقة الناجمة عن هذه التقنيات. الفصل السادس وهو الخاتمة والمقترحات المستقبلية التي يمكن أن تضاف إليه من أجل الحصول على فعالية أكبر. في نهاية الأطروحة نأتي إلى ذكر المراجع التي اعتمدنا عليها في بحثنا.....



الدراسات المرجعية

(Literature Review)

2-1) مقدمة:

يعد التطور السريع والمدهش للحاسب - بالكَم والنوع - أحد أهم الميزات التقنية في القرن العشرين، ولكن تواجد الأنظمة الحاسوبية في حياتنا اليومية يقدم العديد من التحديات خاصة في تصميم طريقة التفاعل. اذ يعتبر ربط الحاسب بالوسط المحيط من أهم التطبيقات التي تبنى عليها الكثير من المشاريع في العديد من المجالات الطبية والصناعية والأمنية والعسكرية وغيرها...

فعلى سبيل المثال، في المجال الأمني تعتبر أنظمة المراقبة من أهم التطبيقات لكثير من المؤسسات الحكومية والمدنية، اذ يجب أن يمتلك كل مصرف نظام مراقبة يطلق إنذاراً عند اقتراب أحد الزبائن من منطقة محظورة. استقطب هذا النوع من التطبيقات الكثير من الباحثين الذين أجروا العديد من الدراسات والأبحاث ووضعوا خوارزميات كشف حركة تعمل بالزمن الحقيقي، ولم يكتفوا بكشف الحركة فقط بل اهتموا بكشف نوع الغرض المتحرك وتصنيفه إلى سيارة، إنسان، مجموعة أشخاص،..... يقدم نظام المراقبة المثالي تحليلاً كاملاً لحركة كافة الأغراض المتحركة أمام كاميرا المراقبة، لكن هذا الأمر لا يمكن تحقيقه في الوقت الحاضر، لذلك تكفي عادة أغلب نظم المراقبة بكشف وتحليل حركة البشر وذلك إما لأسباب أمنية كمراقبة السجون مثلاً أو لأسباب البحث كتحليل حركات الأطفال ومشية الإنسان بواسطة مراقبة حركة المفاصل على سبيل المثال.

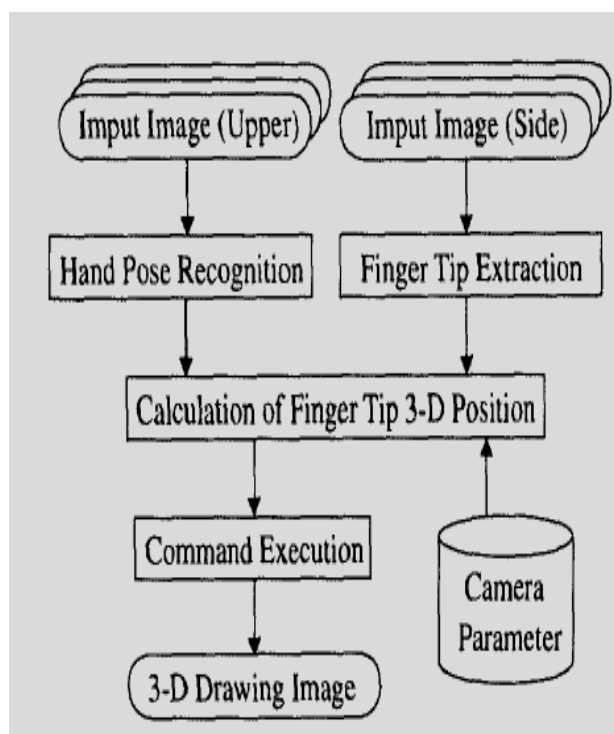
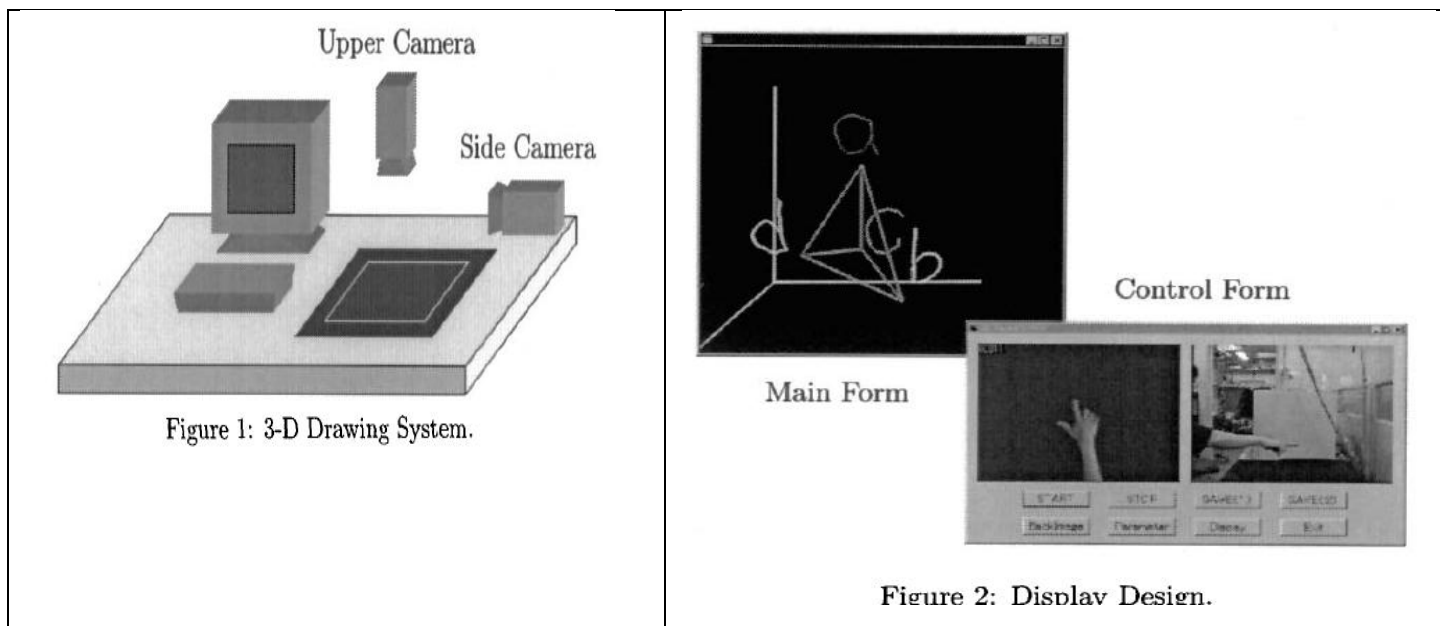
يكتسب كشف الحركة البشرية وملاحقتها أهمية خاصة، لذلك فهو أحد المهام الأساسية لعدد كبير من أنظمة الرؤية الحاسوبية Computer Vision . يمكن أن تقدم هذه النظم فوائد كبيرة في مراقبة تصرفات الناس في بيئة حقيقية وتحليل ودراسة هذه التصرفات من أجل الاستفادة منها في المجال الطبي والاجتماعي والتحليلي.

كما يمكن استخدام كشف الحركة وملاحقتها بمجال واسع في العديد من التطبيقات الطبية الحديثة ولهذا النوع من التطبيقات أهمية كبيرة في العمليات الجراحية، وفي استخدام الروبوتات في الطب عن بعد (Telemedicine) وفي التطبيقات الصناعية كملاحقة حركة الروبوتات في المناطق الخطرة مثل المحطات النووية ومخازن النفايات النووية العميقة، وقبل كل شيء يمكن الاستفادة من مشاريع ملاحقة الحركة في مساعدة المصابين بالصمم لكسر حاجز الصمت الناتج عن الاختلاف بين اللغة الاشارية المعتمدة بشكل رئيسي على الايماءات وبين اللغة المنطوقة أو تلك المكتوبة.

هناك عدد كبير من الدراسات التي تم إجراؤها من أجل التعرف على الحركة في العديد من المجالات الحياتية، وتلك المخصصة لمساعدة الصم والبكم عديدة. إذ يوجد عدد من المشاريع لكشف وتتبع حركة اليد ولترجمة كلمات إشارية من وإلى كلمات مكتوبة أو منطوقة، وفيما يلي سيتم عرض بعض المشاريع ذات الصلة بهذا المجال:

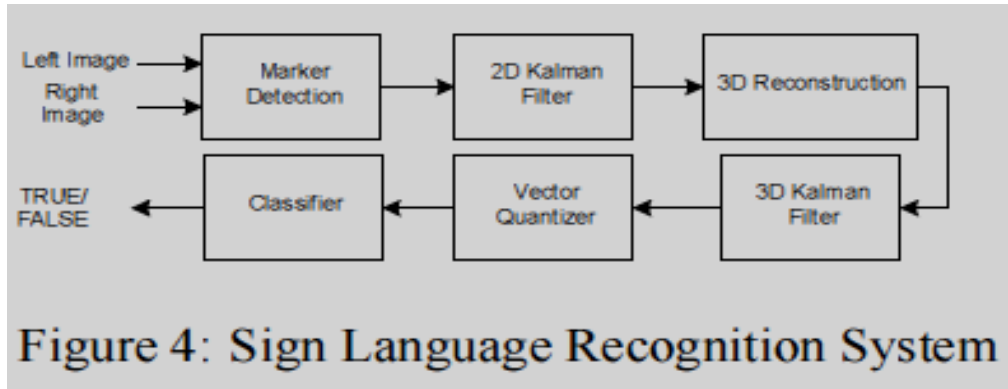
2-2) نظام رسم ثلاثي الأبعاد عن طريق التعرف على حركة اليد من كامرتين [1]:

إنها طريقة جديدة لأنظمة التفاعل، حيث يسمح للمستخدم بالرسم في الفضاء الثلاثي باستخدام حاسب وكامرتين وبالاعتماد على وضعية وموضع اليد. إحدى الكامرتين تأخذ المشهد العلوي للمنطقة المعنية (حيث سيتم توضع اليد) والأخرى تأخذ المشهد الجانبي. يتم تحويل صورة الدخل للكاميرا العلوية إلى صورة تحويل المسافة (كل بيكسل يعوض بقيمة أقصر بعد عن الحواف) التي تستخدم من أجل تحديد مربع الكف والذي يعطي حجم القاعدة وموضع واتجاه اليد، كما أنه يحدد نوافذ الأصابع التي تكشف تمدد أو شد كل إصبع عن طريق عدد البيكسلات في كل نافذة. يتم إدخال أوامر المستخدم عن طريق تمدد كل إصبع وفق ترميز معين. وفي الوقت نفسه، يتم استخلاص رأس الإصبع وتقدير التوضع الثلاثي الأبعاد بالمقارنة مع الصورة المستحصلة من الكاميرا الجانبية. بهذه الطريقة تم تطوير نظام رسم ثلاثي الأبعاد في الزمن الحقيقي. من خلال تجارب التعرف على وضعيات اليد تم الحصول على معدل تعرف جيد وزمن معالجة قصير، وكما تبين أن النظام مفيد في بعض التطبيقات ثلاثية الأبعاد.



الشكل (1-2) تقنية عمل نظام الرسم ثلاثي الأبعاد [1]

3-2) جهاز لتعليم لغة الإشارة التركية [3] بشكل تفاعلي حيث يمكن للمستخدم أن يمثل الإشارة المتحركة مع الحصول على تغذية راجعة وفقاً لتشابه الإشارة المنجزة مع الإشارة الحقيقية المخزنة مسبقاً. هذا النظام عبارة عن برنامج يتطلب أن يرتدي المستخدم كف بلون مميز كدلالة (marker) للتمكن من تمييز اليد عن المحيط، ثم يتم التقاط الصورة ومقارنتها مع الصورة الصحيحة لنفس الكلمة لمعرفة إن كانت الإشارة الممثلة صحيحة. يعمل هذا النظام وفق عدة مراحل حيث تم التقاط الصورة (باستخدام كاميرتين) وكشف الـ markers فيها ثم طبق 2D Kalman filter (من أجل كشف مسار تحرك اليد) وبعدها أعيد بناء الصورة بشكل ثلاثي الأبعاد (للحصول على إحداثيات الأصابع فراغياً) و طبق 3D Kalman Filter (لتنعيم مسار الحركة) ومن ثم حولت الصورة إلى شعاع (للتخلص من اعتمادية إحداثيات الـ markers على نظام الإحداثيات) وآخر مرحلة هي التصنيف باستخدام نماذج ماركوف المخفية HMM لمعرفة إن كانت الإشارة صحيحة أو خاطئة. يتميز هذا الجهاز بأنه بسيط وقادر على تعليم بعض أساسيات لغة الإشارة بشكل تفاعلي عوضاً عن الطرق التقليدية ولكن هذا الجهاز مستخدم لمجموعة صغيرة من الكلمات التي تحوي حركة وهو يلزم المستخدم بارتداء كف ذات لون مختلف عن الخلفية كي يتم التعرف بشكل صحيح.



الشكل (2-2) نظام للتعرف على لغة الإشارة [3]



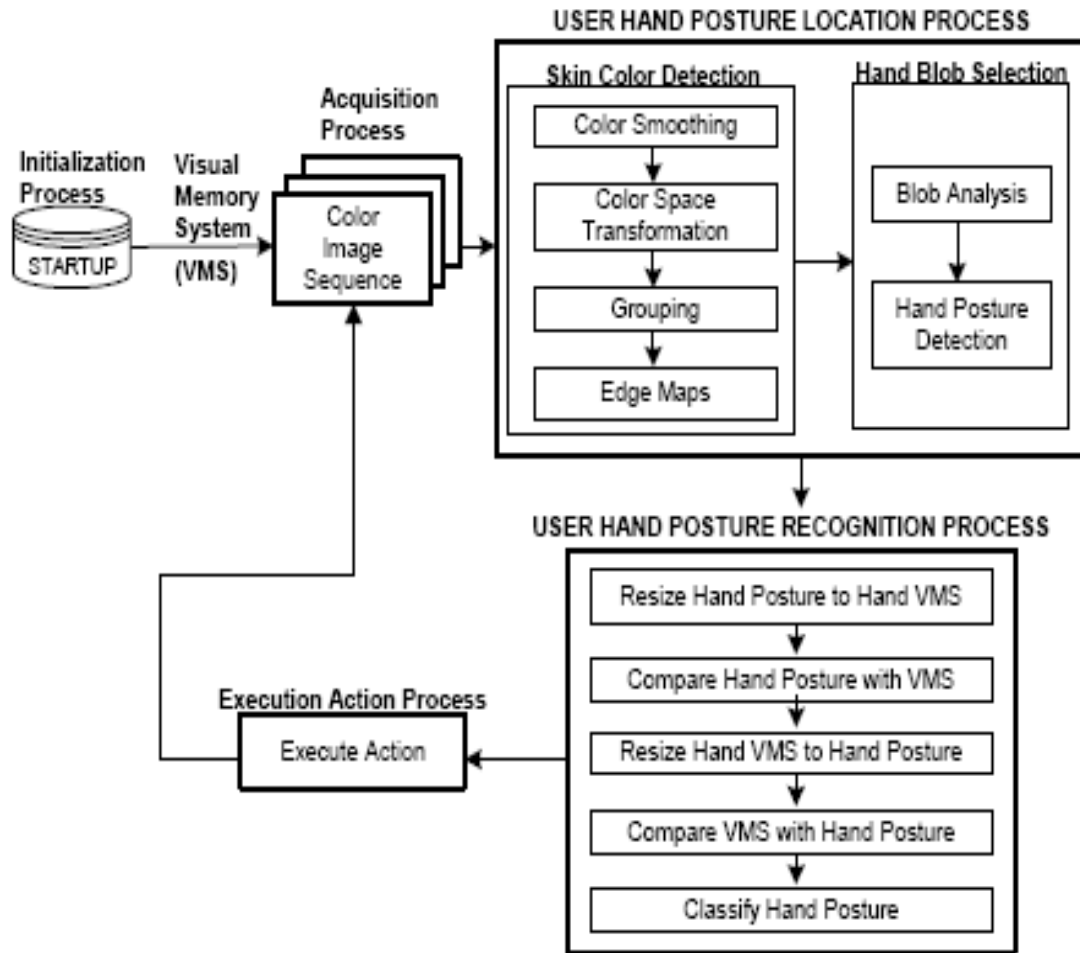
واجهة تخاطب معلم لغة الإشارة - مرحلة التدريب
Sign Language Tutor Interface - Learning Phase

واجهة تخاطب معلم لغة الإشارة - مرحلة الإستخدام
Sign Language Tutor Interface - Practice Phase

الشكل (2-3) واجهات تخاطب معلم لغة الإشارة [3]

2-4) التعرف على إشارات اليد من أجل التفاعل بين الإنسان والآلة [24] يسمح هذا النظام للمستخدم بأن يتخاطب مع الكمبيوتر من خلال إشارات (إيماءات) اليد بالزمن الحقيقي بشكل متكيف مع خلفيات مختلفة وشروط إنارة مختلفة. يوضح الشكل التالي آلية عمل هذا النظام الذي يتألف من مرحلتين: 1- تحديد وضعية اليد، 2- التعرف على إشارة اليد. إن العمليات الأساسية اللازمة لعمل هذا النظام هي تخزين الإشارات المعرفة في ذاكرة بصرية يتم إنشائها عند بدء التشغيل. ثم يتم استحصال الصور من كاميرا الويب الموصولة مع النظام. يلي ذلك مرحلة التقطيع حيث يتم معالجة كل إطار صورة (frame) على حدة، فيتم تنعيم الصورة وتمييز بيكسلات الجلد وإزالة الضجيج وإيجاد حدود الصورة وتحديد الأهداف المتصلة ثنائياً (blob) أي يتم إنشاء صورة جديدة تحوي جزء الصورة الأصلية حيث تتوضع يد المستخدم. بعد ذلك، يتم مقارنة هذه الصورة مع تلك المخزنة على الذاكرة البصرية للنظام باستخدام تقنية تطابق Hausdorff. وأخيراً يقوم النظام بإنجاز الفعل الموافق للإشارة

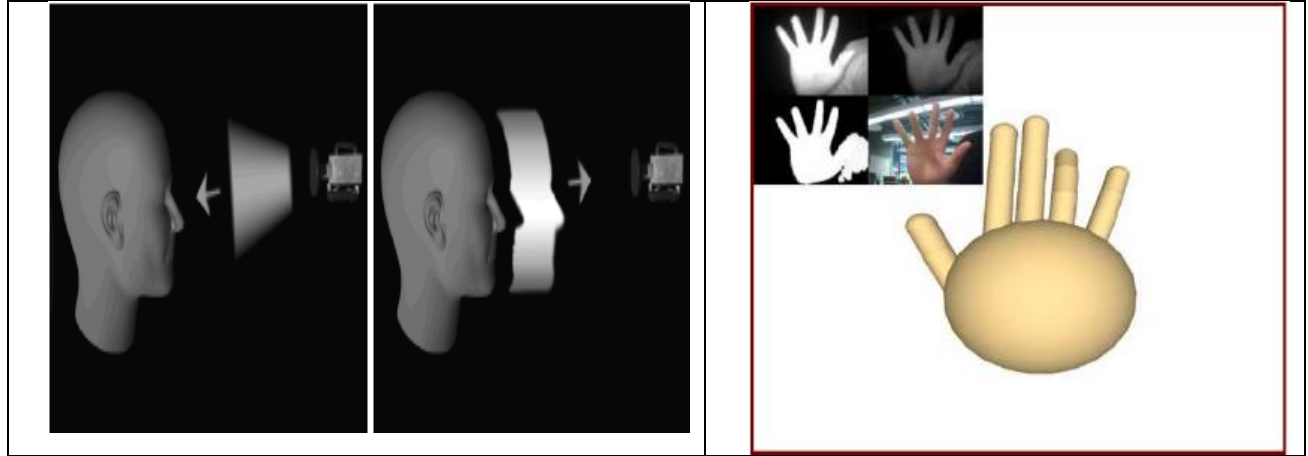
التي تم التعرف عليها. دقة التعرف لهذا النظام كانت 94% في الشروط المثالية (نفس المستخدم الذي قام بتخزين الصور وبشروط ضوئية اصطناعية). أما عند استخدام شروط إنارة طبيعية فكانت دقة النظام 84%. ولكن عند قيام مستخدم جديد بتمثيل الإشارات في شروط إنارة اصطناعية كانت دقة النظام 86%. وبالتالي تم استنتاج أنه من أجل زيادة دقة التعرف يجب تمثيل نماذج الإشارات المخزنة من قبل أكثر من مستخدم اذ وصلت دقة التعرف في هذه الحالة إلى 90%.



الشكل (2-4) تقنية عمل نظام التعرف على إشارات اليد [24]

(5-2) ملاحقة الحركة دون استخدام علامات [9]:

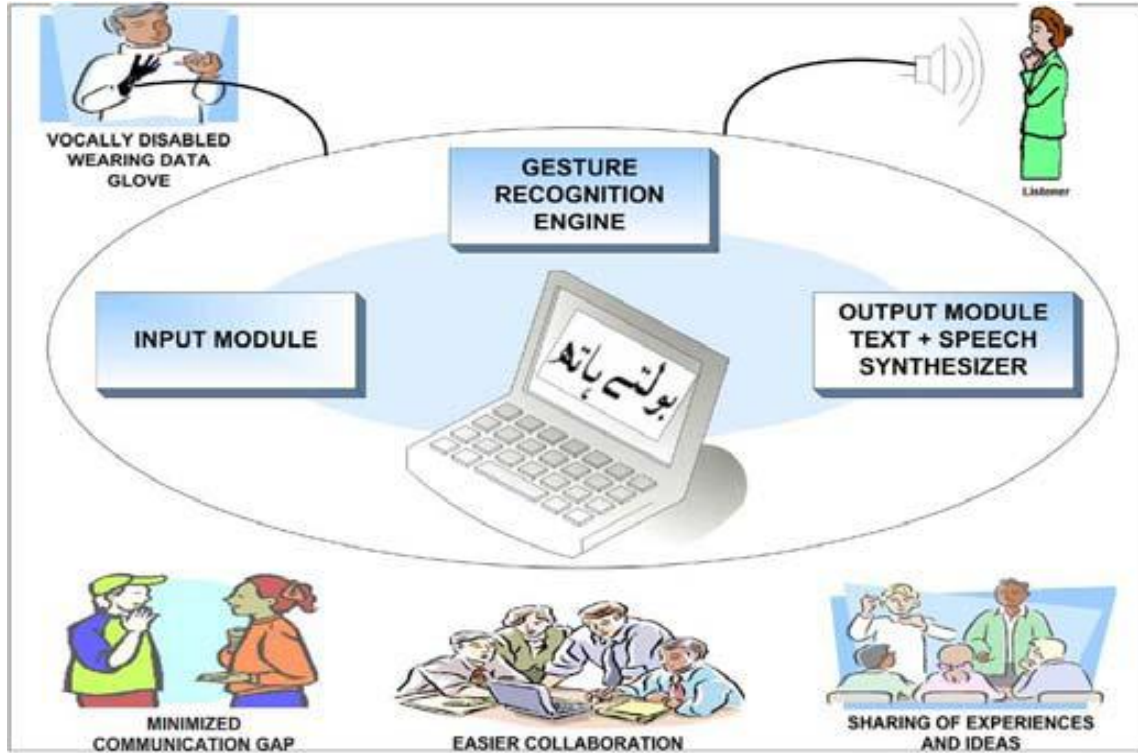
يتم من خلال هذا البحث ملاحقة حركة اليد دون استخدام أية علامات فيزيائية (Markers) وذلك بالاعتماد على خوارزمية التحقق من لون الجلد للتعرف على اليد وخوارزمية تقريب المنحني (curve approximation algorithm) لتتبع حدود الأصابع والتحليل المثلثي (trigonometric analysis) لتحديد كل إصبع بشكل منفصل. تكون يد المستخدم قادرة على التحكم بنموذج يد ثلاثي الأبعاد ينسخ حركة اليد على شاشة الكمبيوتر. يستخدم هذا النظام كاميرا واحدة ZCam المطورة من قبل 3DV Systems. هذه الكاميرا قادرة على تحصيل معلومات العمق بالإضافة إلى المعلومات ثنائية الأبعاد في الزمن الحقيقي. لقد تمكن الباحثون من ملاحقة الأصابع ورسم هذه الحركة في نموذج افتراضي ثلاثي الأبعاد لليد في الزمن الحقيقي بطريقة صعبة ولم تكن الحركة واقعية لأنه تم ملاحقة بضع النقاط فقط. يمكن استخدام هذه الطريقة في عدد من تطبيقات التفاعل بين الكمبيوتر والإنسان (HCI) كما يمكن أن تستخدم في التعرف على الإيماءات بعد تطبيق بعض الحلول الرياضية.



الشكل (5-2) الضوء المنعكس من Z Cam بالإضافة إلى خرجها [9]

(6-2) التعرف على لغة الإشارة الباكستانية باستخدام مطابقة نموذج احصائي [2]:

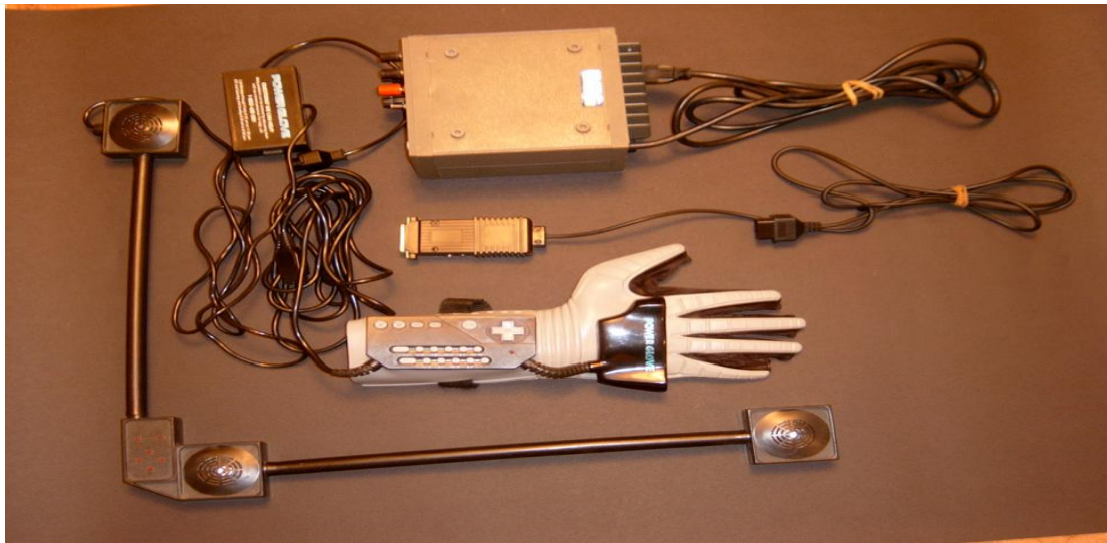
يهدف هذا البحث إلى مساعدة الصم والبكم الباكستانيين في تحسين نوعية حياتهم دون الحاجة إلى مساعدة مترجمي لغة الإشارة. اذ يستخدم هذا النظام للتعرف على إشارات الأحرف التي تستخدم يد واحدة من PSL. ويتألف من وحدة دخل (الكف DataGolve5) التي تقتبس حالة اليد (موقع الأصابع واتجاه اليد) وتحولها إلى البرنامج الرئيسي، وحدة معالجة أولية للإيماءة تحول المعلومات إلى صيغة قابلة للإستخدام في التطابق الإحصائي (قيم من 0 إلى 255)، محرك التعرف على الإيماءة لفحص تطابق الدخل مع قاعدة المعطيات المعروفة، قاعدة المعطيات تحوي على المعلومات المطلوبة للتطابق الإحصائي بالإضافة إلى القاموس الذي يعطي معاني الحركات، وحدة تركيب الكلام تحول الأحرف والكلمات المحصلة إلى اللفظ المناسب. أما دقة هذه الطريقة فكانت 71.3% وارتفعت هذه النسبة إلى 78.2% عند حذف الكلمات المتقاربة.



الشكل (6-2) نظام التعرف على لغة الإشارة الباكستانية [2]

7-2) قفاز يترجم بعض كلمات لغة الإشارة العربية [19] المختارة من القاموس العربي

الإشاري الموحد. ويعتمد هذا البحث على بناء نظام أوتوماتيكي لقياس التوضع ثلاثي الأبعاد لليد في الفراغ وميل كف اليد (باستخدام الأمواج فوق الصوتية) وتمثيل أربعة أصابع (بواسطة حساسات مرنة متوضعة في الكف). وبعد ذلك، يتم تدريب الخوارزمية المستخدمة (support vector machine algorithm) على مجموعة محددة من إيماءات اليد وذلك بتغذيتها بالقياسات السابقة التي تتوالى من القفاز عند عمل كل إيماءة. وبعد عملية التدريب يمكن للنظام أن يتعرف على أية إيماءات مقبلة إليه من القفاز بشرط أن يكون قد سبق أن تدرب على إيماءات مماثلة لها. وبعد التعرف على الإيماءة المقبلة من القفاز يتم إخراج الكلمة العربية التي تناظر تلك الإيماءة ككلمة منطوقة عن طريق مكبرات صوتية. النتائج المحصلة في هذا البحث كانت جيدة ولكن اقترح الباحث استخدام كف أفضل مثل CyberGlove وطرق معقدة لاستحصال الميزات من أجل تحسين الأداء وأيضاً استخدام كفين هو أفضل لتعرف على مجموعة أوسع من الكلمات ولكن هذا سيزيد من تعقيد واريابك المستخدم.

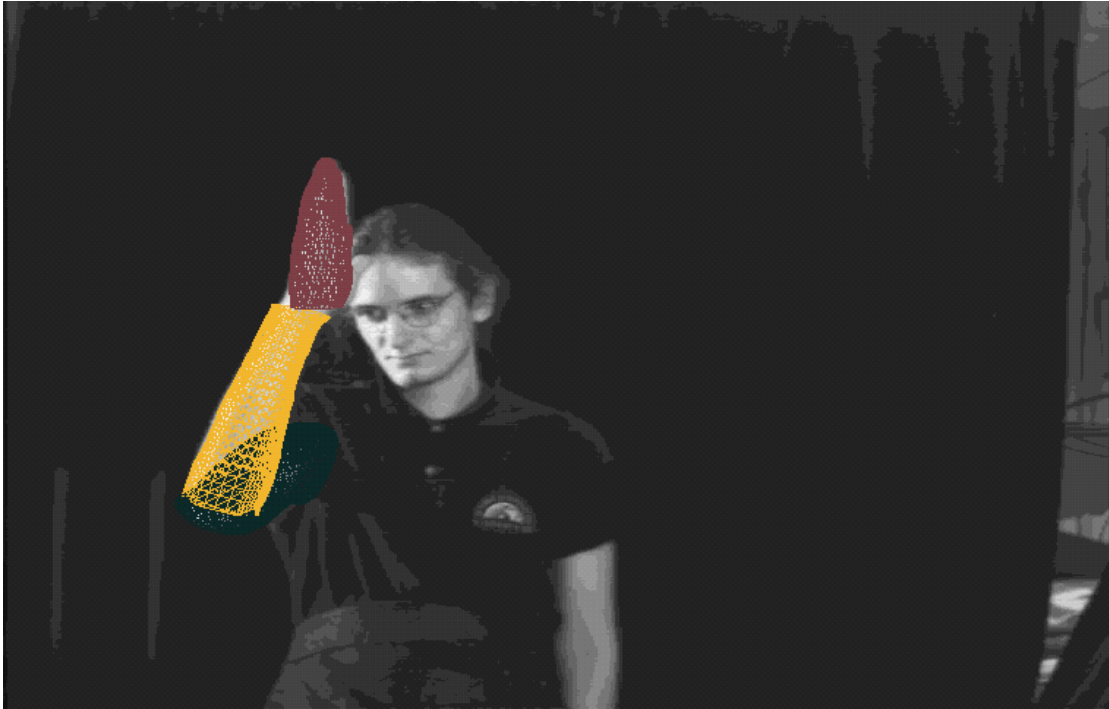


الشكل (7-2) نظام التعرف على بعض كلمات لغة الإشارة العربية باستخدام قفاز [19]

8-2) استخدام نماذج ماركوف المخفية (HMM) في التعرف على لغة الإشارة

الأميركية بالاعتماد على طرائق الإبصار ثلاثية الأبعاد [28]:

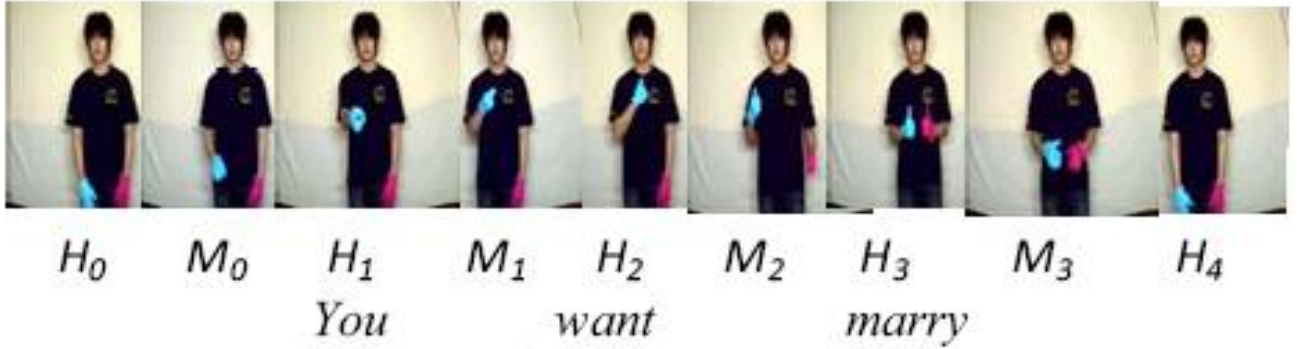
من أجل التعرف المستمر على لغة الإشارة الأمريكية ASL استخدمت حركة اليد الممثلة بمعلومات ثلاثية الأبعاد كدخل للنظام واستخدمت طرائق الإبصار الحاسوبي لاستخلاص بارمترات الحركة والشكل ثلاثي الأبعاد للجسم والتي اعتبرت مميزات للـ HMM من أجل التعرف على 53 مفردة من لغة الإشارة التي يمكن أن تستخدم في عدد كبير من الجمل ذات البنى المختلفة. ولتحسين نتائج التعرف تم اختبار طريقتين، الأولى تحتوي على نماذج ماركوف المبنية على النص الذي تم التدريب عليه والمقتبسة من أنظمة التعرف على الكلام. أما الثانية فتعتمد على نمذجة الحركات العابرة بين الإشارات والمقتبسة من خصائص علم أصوات لغة الإشارة الأمريكية. ولقد برهنت التجارب أن الطريقة الثانية تعطي نتائج أفضل. ولكن تم ملاحظة أن إضافة بارمترات شكل اليد ستزيد من دقة النظام ومع هذا فإن نمذجة الحركة بهذه الطريقة واعدة. وكانت دقة النظام 87.71 %.



الشكل (8-2) شكل إشارة "أب" في ASL بعد معالجتها بطرائق الإبصار ثلاثية الأبعاد [28]

2-9) نظام للتعرف على لغة الإشارة التايوانية بالاعتماد على أنظمة الإبصار [27]:

صمم هذا النظام للتعرف على لغة الإشارة التايوانية المستمرة والتي تتألف من تتالي مقاطع الحركة والتوقف والتي يمكن أن تقسم إلى إشارات وغير ذلك. يمكن للإشارات أن تكون ثابتة أو متحركة، تتواجد الإشارات الثابتة في مقاطع التوقف أما تلك المتحركة فيمكن تعريفها على أنها ترابط من مقاطع الحركة والتوقف. لقد تم استخدام تقنية Support Vector Machine (SVM) للتعرف على الإشارات الثابتة وطبق نموذج ماركوف المخفي للتعرف على الإشارات المتحركة. ثم اعتمد على تقنية الحالة المحدودة (finite state machine) للتأكد من صحة تركيب الجملة التي تم التعرف عليها وتصحيح الإشارات الخاطئة. اختبر هذا النظام 20 جملة إشارية تايوانية بتركيبات مختلفة حيث تم جمع مقاطع فيديو لأشخاص مختلفين. فكان معدل دقة التعرف على الإشارات 92.6% أما معدل دقة التعرف على الجمل كان 83.3%. بالتالي هذه النتائج تظهر أن هذا النظام فعال ذو دقة جيدة للتعرف على الكلمات والجمل ولكنه يقيد المستخدم بارتداء قفازات ملونة من أجل ملاحقة الحركة وهو يتطلب وجود خلفية محددة.



الشكل (2-9) مقاطع الحركة/التوقف في نظام التعرف على لغة الإشارة التايوانية [27]

(10-2) استخلاص الميزات والتعرف على الإشارات للغة الإشارة اليونانية [22]:

يهدف هذا البحث إلى تطوير نظام للتعرف على جمل لغة الإشارة اليونانية المستمرة والمنفصلة. تم استخدام طريقة استخلاص ميزات تعتمد على شكل اليد وخواصها الهندسية لاستخلاص الميزات الموصفة من كل صورة التي تمثل حرف في لغة الإشارة اليونانية. ثم استخدمت الأشعة المميزة المنتجة بهذه الطريقة كدخل تسلسلي إلى نماذج ماركوف المخفية. تم انشاء 4 مجموعات للاختبار: التعرف على الأحرف المنعزلة، التعرف على سلسلة أحرف، التعرف على الكلمة المنعزلة، والتعرف على الكلمات المتصلة. في المجموعتين الأولى والثانية تم بناء HMMs ممثلة للأحرف بينما في المجموعة الثالثة والرابعة تم بناء HMM لكل كلمة من مجموع 26 مفردة. وكانت معدلات التعرف كما يلي : 95.8% للمجموعة الأولى، 90.5% للمجموعة الثانية، 97.4% للمجموعة الثالثة و 86.2% للمجموعة الأخيرة. هذه الطريقة تعرفت على الأحرف والكلمات الثابتة التي لا تحوي حركة.



الشكل (10-2) أحرف لغة الإشارة اليونانية [22]

11-2) نظام للتعرف على لغة الإشارة البنغلاديشية بالاعتماد على تقنيات الإبصار

الحاسوبي [7]:

من أجل مساعدة الصم والبكم البنغلاديشيين على التواصل دون الحاجة لمترجم لغة إشارة تم تطوير هذا النظام حيث استخدمت طريقة تحليل المكونات الأساسية (PCA) للتعرف على أحرف العلة (Vowels) والأرقام البنغالية. وتم اختباره على 6 أحرف علة و 10 أرقام. علماً أن لغة الإشارة البنغلاديشية تستخدم اليدين لتمثيل الإشارة (باستثناء الأرقام التي تستخدم يد واحدة). من نتائج الاختبارات، يمكن ملاحظة أن أداء النظام جيد على الرغم من صعوبة العمل. معدل دقة التعرف على أحرف العلة 70.5% أما الأرقام فمعدل دقة التعرف عليها فكان 83.7%.

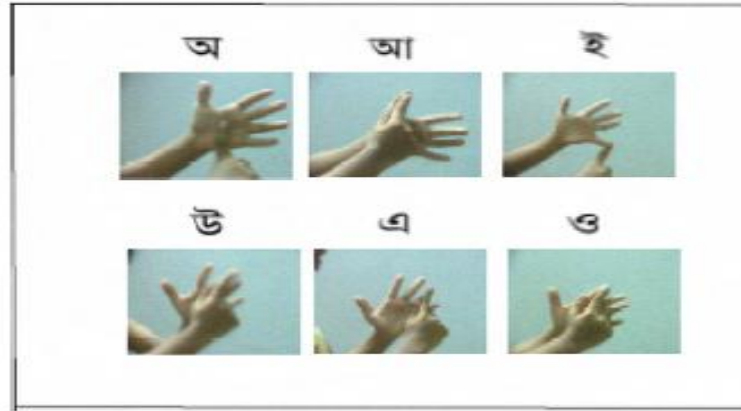


Fig. 4(a). 6- Bengali vowels

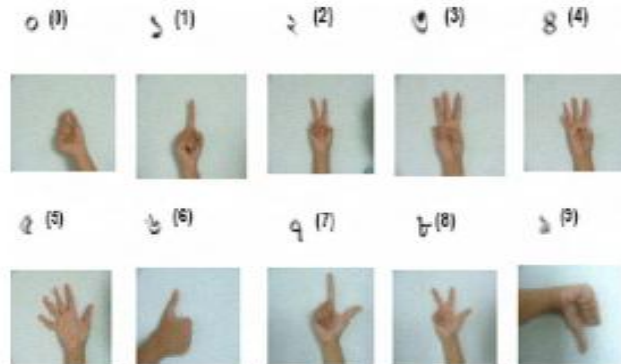


Fig. 4(b). 10- Bengali numbers

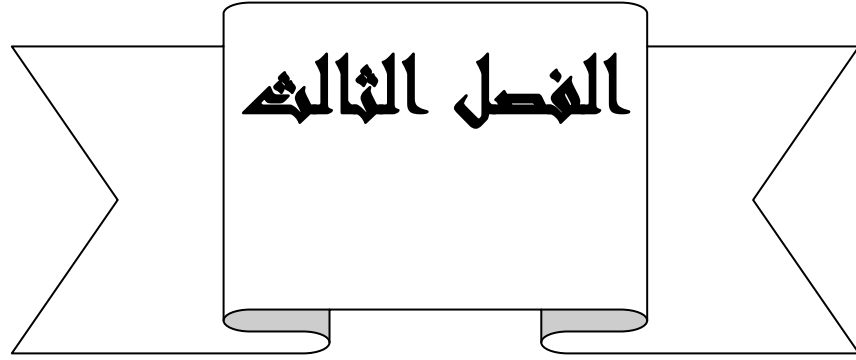
الشكل (11-2) أحرف العلة والأرقام في لغة الإشارة البنغلاديشية [7]

12-2) التعرف المبني على المظهر للكلمات في لغة الإشارة الأميركية [30]:

توضح هذه الدراسة كيف يمكن استخدام الميزات المعتمدة على المظهر باستخدام الطرائق الأساسية في معالجة الصورة من أجل التعرف على الكلمات في ASL. تم اجراء الاختبارات على قاعدة بيانات تحوي 10 كلمات إشارية استحصل عليها من مجموعة متوفرة للعموم اذ يمكن استخدامها من باحثين آخرين. اعتمد الباحث على استخدام خرج الفيديو من كامرتين ثابتتين للتصنيف ولكنه أوجد أن كاميرا واحدة تعطي دقة كافية. تم التحقق من الكلمة الإشارية المبنية على الحركة بأخذ ثلاث لقطات من الفيديو الممثل للحركة وتطبيق معالجات ومعادلات تفاضلية عليها من أجل استخلاص المميزات المفيدة في الشكل ومن ثم تم اتخاذ القرار لمعرفة معنى هذه الإشارة باستخدام نموذج ماركوف المخفي ونسبة الخطأ في نتائج هذه الطريقة كانت 30%.



الشكل (12-2) خرج الكامرتين عند تصوير ممثلي لغة الإشارة [30]



الإعاقات السمعية

3-1 (مقدمة:

تصنف الإعاقات حسب منظمة الصحة العالمية إلى سمعية وبصرية وحركية وعقلية وصعوبات تعلم ونوبات واضطرابات السلوك.

أما الإعاقه السمعية : فهي مصطلح عام يشير إلى عدم القدرة على السمع قد تنترواح من بسببطة إلى حادة وتتضمن فئتين فرعيتين هما الصم وضعيفي السمع. والأصم : هو الشخص الذي تحول اعاقته السمعية سواء استعمل معينات سمعية أم لم يستعمل دون المعالجة الناجحة للمعلومات اللغوية من خلال حاسة السمع. وأما ضعيف السمع فهو الشخص الذي يستخدم معينة سمعية يتمكن بالسمع المتبقي لديه من القيام بمعالجة ناجحة للمعلومات اللغوية من خلال السمع أو درجات فقدان السمع التي تتخطى عتبة السمع 30 وحدة سمعية دي سبل dB ويشمل الصمم الجزئي أو الكلي.[36]

سنتحدث في هذا الفصل عن الإعاقة السمعية بشكل موسع وبعض المشاكل التي يواجهها الصم والبكم وأساليب التواصل معهم بالإضافة إلى ذكر معلومات مختلفة عن لغة الإشارة.

3-2) مستلزمات اكتساب مهارة الكلام :

يلزم لاكتساب مهارة اللغة توافر عدة عوامل أهمها:

1. سلامة المخ والجهاز العصبي.
 2. سلامة حاسة السمع.
 3. سلامة جهاز إصدار الأصوات.
 4. وجود مصدر للغة يكتسب منه الطفل الأصوات والكلمات ودلالات الألفاظ.
- وفي غياب واحد أو أكثر من العوامل المذكورة لن يتمكن الطفل من اكتساب مهارة اللغة في صورتها الكاملة. وتتفاوت درجة ونوع القصور في اكتساب مهارة اللغة تبعاً للعامل غير المتوافر. [39]

3-3) أسباب الصمم وضعف السمع عند المواليد :

يولد طفل مصاب بضعف سمع أو صمم لكل 300 طفل سنوياً. ويتوقع أن 50% من أسباب ضعف السمع أو الصمم ناتج عن أسباب وراثية.

3-3-1) الأسباب الوراثية :

ويقسم الأطباء والمختصون الأسباب الوراثية للصمم إلى قسمين رئيسيين: فهناك أمراض صمم أو ضعف سمع مصحوبة بمشاكل صحية أخرى في الجسم تسمى صمم مرتبط بمتلازمة وهي تمثل 70% من الحالات الوراثية.

ومن أشهر حالات الصمم المرتبط بمتلازمة هي متلازمة أوشر Usher syndrome ومتلازمة واردينبيرج Waardenburg syndrome ومتلازمة ستكلر Stickler syndrome ومتلازمة بندرد Pendred syndrome وغيرها من المتلازمات. ولو نظرنا إلى الأسباب الوراثية غير المرتبطة بمتلازمة نجد أن 70-85% منها ناتج عن أسباب تتعلق بالوراثة المتنحية والتي يكون فيها الأبوين ناقلين للمرض بينما يتمتعان بسمع طبيعي. أي أنه سنوياً يولد طفل لديه صمم ناتج عن أسباب تتعلق بالوراثة المتنحية لكل 1000 حالة ولادة طبيعية تقريباً. بينما تمثل الوراثة السائدة نسبة 15-24% والباقي (1-2%) ناتج عن أسباب وراثية مختلفة كخلل في الميتوكوندريا أو وراثة مرتبط بالجنس.

1) الوراثة المتنحية :

تكثر الأمراض المنقولة بالوراثة المتنحية في العالم العربي بشكل عام نتيجة لارتفاع معدل زواج الأقارب بشكل أساسي. والوراثة المتنحية هي طريقة أو نمط انتقال الجينات من جيل لآخر وليست هي المرض. فمثلاً قد يكون اسم المرض متلازمة أوشر (Usher Syndrome) وهو ينتقل بالوراثة المتنحية. والوراثة المتنحية لها عدة علامات يستطيع أن يميزها الطبيب وفي العادة يكون الأبوين سليمين صحياً ولكنهما ناقلين للمرض وفي العادة يكونا قريبين بالنسب مع أن ذلك ليس شرطاً أساسياً، كما يولد لهذه

الأسرة أطفال سليمين (بنسبة 25%) أو ناقلين (بنسبة 50%) أو مصابين بالمرض (بنسبة 25%) وهو يصيب الذكور والإناث بالتساوي.

(2) الوراثة السائدة :

تمثل الوراثة السائدة ما نسبته 15-24% من أسباب الصمم الوراثية. ومن علامات الوراثة السائدة إصابة أحد الوالدين بنفس المرض على الأقل. والأمراض التي تنتقل بالوراثة السائدة تصيب الذكور والإناث بالتساوي كما أن احتمال إصابة طفل جديد بهذا المرض هو 50% إذا كان أحد الأبوين مصاب. وليس للقراءة علاقة في زيادة عدد المصابين بالأمراض الوراثية المرتبطة بالوراثة السائدة ولكن عند زواج شخصين مصابين بالمرض (وقد يكونوا من الأقارب مثلاً) فإن بعض الأطفال تكون الإصابة فيه شديدة نتيجة لوصول جرعتين من المرض من والديه.

(3) الوراثة المرتبطة بالجنس المتنحي :

تمثل الوراثة المرتبطة بالجنس ما نسبته 1 إلى 2% من أسباب الصمم الوراثي. وفي هذا النوع يصيب المرض الذكور فقط وتكون الإناث ناقلة للمرض حيث تكون الأم هي الناقلة للمرض. وفي هذه الحالة يكون احتمال الإصابة 50% من الذكور بينما 50% من الإناث حاملات للمرض مثل أمهم.

(4) الوراثة المرتبطة بالميتوكوندريا :

وتمثل نسبة قليلة جداً من أسباب ضعف السمع أو الصمم. وهي تكون فيها الإصابة ناتجة عن خلل (طفرة) في أحد الجينات الموجودة في الميتوكوندريا. والميتوكوندريا هي عبارة عن جسم صغير داخل الخلية لإنتاج الطاقة. ونظراً لأن الميتوكوندريا تنتقل من جيل إلى آخر عن طريقة البويضة وليس عن طريق الحيوان المنوي فإن الأمراض المرتبطة بخلل في جينات الميتوكوندريا تنتقل من الأم إلى أطفالها (الذكور والإناث) وعند إصابة الذكر بالمرض فإنه لا ينقله إلى ذريته بينما تقوم الأنثى المصابة بنقله إلى ذريتها.

3-3-2) الأسباب غير الوراثية:

من المحتمل أن يحدث ضعف السمع جرّاء عدة أسباب منها :

- ظروف تمنع الطفل أثناء الولادة من استنشاق كمية كافية من الأوكسجين.
- إصابة المرأة أثناء الحمل ببعض أنواع العدوى، مثل الحميراء والزهري وغير ذلك.
- استخدام الأدوية السامة للأذن أثناء الحمل يمكنها إلحاق أضرار بالأذن الباطنة إذا ما أُعطيت بطرق غير سليمة.
- الإصابة باليرقان، الذي يمكنه إلحاق ضرر بالعصب السمعي لدى الوليد.
- يمكن أن تؤدي الأمراض المعدية، مثل التهاب السحايا والحصبة والنكاف وأنواع العدوى المزمنة التي تصيب الأذن، إلى الإصابة بضعف السمع، خصوصاً في مرحلة الطفولة، وقد يحدث ذلك أيضاً في مراحل لاحقة.
- يمكن أن يؤدي استخدام الأدوية السامة للأذن في أي من مراحل العمر، بما في ذلك بعض المضادات الحيوية والأدوية المضادة للملاريا، إلى إلحاق أضرار بالقوقعة (العضو السمعي في الأذن الباطنة).
- يمكن أن تتسبب الإصابات التي تحدث في الرأس أو الأذن في الإصابة بضعف السمع.
- يمكن أن تتسبب الكتل الشمعية أو الأجسام الغريبة التي تسدّ قناة الأذن في الإصابة بضعف السمع في أي من مراحل العمر.
- يمكن أن يؤدي التعرّض للصخب المفرط، بما في ذلك استخدام الآلات الصاخبة في العمل، أو التعرّض للموسيقى الصاخبة أو غير ذلك من أشكال الصخب، مثل دوي الأسلحة أو الانفجارات، إلى إلحاق أضرار بالأذن الباطنة وإضعاف القدرة السمعية.
- مع التقدم في السنّ، قد يؤدي التعرّض المتواصل للصخب وغيره من العوامل إلى الإصابة بضعف السمع أو الصمم.
- عدم توافر تنبيه كاف حول الطفل لاكتساب مهارة اللغة: يحدث ذلك عند الوليد الأول الذي تنشغل عنه أمه بأعباء البيت. وقد يحدث ذلك أيضاً عند ترك الطفل بمفرده ساعات

طويلة كل يوم. فاككتساب القدرة على الكلام يتناسب طردياً مع مداعبة الطفل ومناغاته، بمعنى أنه كلما زادت مداعبة الطفل كلما عجل ذلك بقدرته على اكتساب مهارة الكلام.

- الاضطرابات النفسية: وهذا سبب أقل شيوعاً من الأسباب الأخرى المذكورة آنفاً. لكنه يجب أن يكون في الحسبان، ولاسيما أن طب الأطفال يؤكد أن الاضطرابات النفسية ليست مقصورة على الكبار (البالغين) فبعض الأمراض العصبية والوراثية تؤدي إلى التأخر عن الكلام وربما إلى العجز الكامل عن اكتساب الطفل مهارة الكلام لكن مثل هذه الأمراض ربما تكون نادرة. [38]

3-4) علاقة الإعاقة السمعية ببعض مظاهر النمو للطفل الأصم :

إن العلاقة بين الإعاقة السمعية وجوانب النمو المختلفة لدى الطفل من الموضوعات ذات الأهمية الخاصة نظراً لاختلاف مشكلات الصم وتباين سماتهم وبيئاتهم وثقافتهم..... وفيما يلي استعراضاً لأهم آثار الإعاقة السمعية على جوانب النمو المختلفة :

3-4-1) علاقة الإعاقة السمعية بالنمو الجسمي للطفل الأصم:

إن المبدأ الأساسي في تربية الطفل ونموه يتمثل في المحافظة على صحته وعلى أعلى مستوى من الكفاءة، فصحّة الطفل تكمن في سمعه، ولذا فحينما يصرخ الطفل الأصم فإنه يشعر بحركاته العضلية ولكنه لا يستطيع أن يسمع الصوت الذي يحدثه، لذلك فإنه يفتقد نوعاً مهماً من المثيرات والشعور بالأمان، إذ أنه لا يوجد اختلاف واضح في الحاجات الجسمية بين الطفل الأصم وعادي السمع، خاصة وأن الساعات المنتظمة من النوم والهواء الطلق والطعام الجيد، كل ذلك يقدم لكلا النوعين فرصاً أفضل للنمو الجسمي. ولقد أثبتت الدراسات الحديثة أنه لا يوجد فرق بين الفرد الأصم والعادي في خصائص

النمو الجسمي من حيث معدل النمو أي سرعة النمو والتغيرات الجسمية في الطول والوزن في جميع مراحل النمو التي يمر بها الطفل الأصم فهو كنظيره العادي تماماً، ولهذا لا توجد فروق ظاهرة بالنسبة للمتطلبات الجسمية للأصم والعادي.

بينما نجد رأياً آخر ينحاز إلى مبدأ وجود تأثير واضح للإعاقة السمعية على الطفل الأصم، الذي يوصف بأنه شخص غير عادي بكل تأكيد، إذ أن انحرافاته عن المعتاد يمكن ملاحظتها في النواحي الجسمية. وبناء على هذا الرأي، يتسم الصم من حيث النواحي الجسمية بالتالي:

- الإتيان بأوضاع جسمية خاطئة.
- تأخر النمو الحركي لديهم مقارنة بالعاديين.
- يحتاجون لتعلم طرق بديلة للتواصل حتى يتطور النمو الحركي لديهم.
- قلة اللياقة البدنية لديهم.

يمكن التغلب على الآثار السلبية للإعاقة السمعية على النمو الجسمي منذ البداية بالتدريب الحركي الموجه والمتواصل لدى الطفل، وبخاصة للأعضاء المتعلقة بجهاز الكلام والسمع، كالصدر والحلق والرئتين والحنجرة الصوتية والفم وذلك حتى لا تصاب تلك الأعضاء بنوع من الركود يؤدي إلى اختلاف النمو الجسمي والحركي لها.

ويتضح أن عملية التعوق والتعطيل في الجهاز السمعي وعدم دخول وخروج الصوت في هذا الجهاز السمعي قد يؤدي بدوره لمشكلات بالجهاز التنفسي، نتيجة عدم تلقائية حركة الهواء في الجهاز السمعي وتعطل جهاز النطق لديه، ومن ثم عدم وجود انتباه للأفعال والمؤثرات الصوتية وبالتالي فإنه قد يفقد الاستجابة التلقائية الطبيعية والمباشرة للمثير الصوتي، وبالتالي يتسم بقدرة أقل من تلك التي لدى عادي السمع.

3-4-2) علاقة الإعاقة السمعية بالنمو اللغوي للطفل الأصم :

إن القصور الحادث في اللغة لدى الصم يجعل هناك صعوبة في ترجمة الأفكار والمشاعر إلى عبارات وكلمات مفهومة ومدركة، فالأصم يفكر أولاً فيما يريد التعبير عنه ثم تبدأ الأصابع في التعبير عن ذلك من خلال الإشارات أي أن :

- الأفكار تترجم لدى العاديين إلى ألفاظ مسموعة ولدى الصم إلى إشارات مرئية.
- إن العاديين يحصلون على المعلومات بواسطة الأذن أما الأصم فيحصل عليها بالعين.
- إن لغة الإشارة لا يمكن أن تترجم كل ما هو منطوق كما أنها لا تفهم بسرعة مثل الكلام، والأيدي لا يمكن أن تترجم الإشارات بالسرعة التي يقوم بها اللسان، والعين لا يمكن أن تفهم الإشارات بسرعة الأذن عند سماع الصوت.

كما أن إخفاق الطفل الأصم في الكلام في السن العادي، وعدم قدرته على تفهم كلام الآخرين، وانعدام تجاوبه وتمييزه للأصوات، يجعل هذا الطفل يدخل المدرسة دون رصيد لغوي ويعتمد بصفة أساسية على تنبيه حواسه، وتدريب أعضاء النطق لديه، ولذا فإن فقدان السمع يؤثر ليس فقط على القدرة اللفظية لأصوات الكلام بل يغير أيضاً من القدرة على تعلم إيقاع الكلام وهو التعبير الشفوي عن اللغة ويتوقف نمو كل عناصر اللغة على تغيرات النمو للجهاز العصبي المركزي، وإن من الطبيعي إذا لم يسمع شخص ما اللغة المنطوقة العادية فإنه لا يستطيع أن يتكلم بفهم وإدراك، ويشوب كلامه ضجيج بدائي تميزه نغمات مشحونة بالانفعالات، ومن ثم فإن طبيعة اللغة لدى الأطفال الصم تعتمد على تحليل نوع الأخطاء التي يرتكبها هؤلاء الأطفال، وعددها أثناء كتابتهم للغة المحصلة وحيث أن اللغة وسيلة لتفاعل الإنسان مع بيئته التي يعبر من خلالها عن أفكاره ورغباته وميوله، فإن السمع هو حالة وسيطة للكلمة، والتي تعبر عن معنى هو نتاج العقل وليس الخيال، ومعاناة الصم من صعوبات تتعلق بالمعاني الكلية للكلمات بسبب أن حاسة السمع هي النافذة الأولى لاستقبال المعاني والتصورات الكلية من هؤلاء الأطفال الذين حدثت إعاقته في سن مبكرة، ومنهم من حدث صممه في سن متأخرة بعد أن تعلم الكلام، وهذا النوع من الصمم يقتصر أثره على عدم القدرة على فهم الكلام المسموع وصعوبة في التعبير عن أفكاره بصورة مناسبة بالإضافة إلى الحرمان من تعلم مفردات وكلمات جديدة.

كما أن الصمم يؤثر على اللغة المكتوبة لدى الأصم بما يلي :

- الجمل لدى الأصم أقصر من تلك التي لدى العادي.
- الأصم يقوم بتكوين وبناء جمل بسيطة وغير مركبة.
- لا يستخدم الأصم جملاً كثيرة في الكتابة.
- التركيبات اللغوية للأصم غير مترابطة ومفككة.
- الأصم يقع في الكثير من الأخطاء اللغوية عند الكتابة.

ويتضح مما سبق أن الطفل الأصم قد يتسم بضعف لغة الحديث لديه، ومرجع ذلك لوجود خلل واضطراب في إيقاع الكلمة وقوتها وطبقته إلا أن تدريب الطفل على بعض العلامات الإيقاعية للكلام باستخدام حاسة البصر مع المبالغة في حركة الشفاه، تعد طريقاً لتمرين الطفل على اللغة بمدرجاتها، فالطفل الأصم يتذكر الكلمات التي لها مقابل في لغة الإشارة كما أن لديه القدرة على تذكر الأشكال أكثر من تذكره الأرقام، وهو يشعر بذبذبات الصوت عن طريق الجلد والعظام من خلال مرورها في الجهاز العصبي، إلا أن هناك فئات يستطيعون من خلال التدريبات والتمرين اكتساب قدرة كبيرة على الكلام بالرغم من كونهم من الصم.

3-4-3) علاقة الإعاقة السمعية بالنمو العقلي للطفل الأصم :

يظهر التأثير الحادث للإعاقة السمعية في النمو العقلي من خلال انعكاسه على الذكاء والقدرات العقلية، إذ يكون الأصم متخلفاً بحوالي عامين ومرجع ذلك إما لظروف بيئية أو أسباب عضوية، وعند مقارنة الطفل الأصم والطفل عادي السمع وجدت فروق في القدرات العقلية العامة بينهم نتيجة الحرمان من المنبهات والخبرات المتاحة، وأن استجابات الطفل الأصم لاختبارات الذكاء - والتي تتفق مع نوع إعاقته - لا تختلف عن استجابات الطفل عادي السمع.

أ) الذكاء:

وقد أشارت الدراسات التي أجريت عن الذكاء لدى الصم بأنهم متأخرون في مستوى الذكاء بثلاث إلى أربع سنوات مقارنة بأقرانهم العاديين. بينما نجد أن الذكاء يلعب دوراً فعالاً في قدرة الإنسان على التكيف مع إعاقته، فكلما كان أكثر ذكاء زادت قدرته على التوافق والتكيف بعكس محدود الذكاء من ذوي الإعاقات، فتصبح لديهم الحياة أكثر تعقيداً ويزداد شعورهم باليأس وانعدام الثقة. ومن ناحية أخرى ينحاز آخرون إلى الأصم موضحاً أن الإصابة بالصمم لا تؤثر على الجانب العقلي لدى الطفل، إذ إنه لا توجد فروق جوهرية بين الطفل عادي السمع والطفل الأصم في القدرات العقلية، وتؤكد اختبارات الذكاء أن معظم الأطفال الصم لديهم قدرات عقلية تفوق الأطفال عادي السمع. ويفند ذلك الرأي من حيث أن الصم لديهم نفس التوزيع العام في الذكاء مثل الأطفال السامعين، كما أنه لا توجد علاقة مباشرة بين فقدان السمع والذكاء، خاصة وأن الإصابة بالإعاقة السمعية لا تتضمن بالضرورة التخلف العقلي، ولذلك قد نجد أن ثنائية فقدان السمع والغباء ما هي إلا منطق مبتور قائم على التفكير الخاطئ بأن الإعاقة في الكلام يعني إعاقة في القدرات المعرفية، أو أن الأخطاء في كتابة الأطفال الصم تنعكس على ذكائهم تبعاً لذلك، وهناك رأي آخر يرى عدم وجود علاقة في القدرة على التفكير المجرد في علاقة اللغة بالعمليات الفكرية بين الأطفال الصم والسامعين.

ب) التحصيل الدراسي:

أشارت الدراسات التي أجريت عن التحصيل الدراسي أو النسبة التعليمية Education Quotient أن الأطفال المعاقين سمعياً كانوا متخلفين بمقدار يتراوح ما بين ثلاثة إلى خمسة أعوام، وأن هذا التخلف كان يزداد مع تقدم العمر الأمر الذي يشير إلى أن الأطفال المعاقين سمعياً الأكبر سناً كانوا أكثر تخلفاً في التحصيل الدراسي (من خلال قياس النسبة التعليمية لديهم) من أقرانهم المعاقين سمعياً الأقل سناً، وقد تم إجراء دراسة احصائية في مدارس المعاقين سمعياً أوضحت أن العمر الزمني لهؤلاء الأطفال والذين هم في سن الثانية عشرة يساوي 71%، وأن من هم في سن الخامسة عشرة منهم وصلت النسبة التعليمية لديهم إلى 67%، وقد ظهر التخلف في الدراسة لديهم من خلال فهم معاني الفقرات والكلمات والعمليات الحسابية والهجاء. ومن ناحية أخرى ربطت الدراسات بين التحصيل الدراسي وبعض

المتغيرات كالذكاء، ودرجة الإصابة بالإعاقة السمعية، وزمن الإصابة، وعدد السنوات التي قضاها التلميذ بمعاهد الصم. وأفادت الدراسات أن الأطفال المعاقين سمعياً الذين يتلقون تعليمهم يومياً في معاهد الصم (من ذوي الإقامة الخارجية) كانوا أكثر تحصيلاً من زملائهم من ذوي الإقامة الداخلية. وأيضاً هذا المجال يتأثر بعمر الطفل عند حدوث الإعاقة السمعية فكلما زاد السن الذي حدث فيه الصمم كانت التجارب السابقة في محيط اللغة ذات فائدة كبيرة في العملية التعليمية وقد بينت البحوث أن السن الحرجة والخطيرة عند الإصابة بالصمم هي ما يقع بين السنة الرابعة والسادسة وهي الفترة التي تنمو فيها اللغة وقواعدها الأساسية لهذا فكل من الأطفال المولودين بالصمم أو من فقدوا سمعهم فيما بين 4-6 أعوام غالباً يعانون تخلفاً في التحصيل الدراسي في المستقبل لو قورنوا بمن أصيبوا بالصمم في سن متأخرة عن ذلك، وبينت دراسات أخرى أن الأصم يتأخر في النشاط العقلي بمقدار سنتين وخمس سنوات دراسية عن زميله العادي إلا أن هذا الفرق يتضاءل قليلاً بالنسبة لمن أصيبوا بالصمم بعد ست سنوات مما يتعذر معه أن يحصل الأصم على نفس المقدار العلمي الذي يحصل عليه التلميذ العادي.

(ج) الذاكرة:

ولقد أثبتت الدراسات أن هناك أثر للحرمان الحسي والسمعي على التذكر ففي بعض أبعاده يفوق المعوقون سمعياً زملائهم العاديين وفي بعضها الآخر يقلون عنهم فمثلاً تذكر الشكل أو التصميم وتذكر الحركة يفوق فيه الصم زملائهم العاديين بينما يفوق العاديين زملائهم الصم في تذكر المتتاليات العددية.

(د) مفهوم الزمن لدى الصم:

استرعى مفهوم الزمن لدى الصم اهتماماً كبيراً نظراً للملاحظات المتكررة بوجود صعوبات في فهم الموضوعات التي تتعلق بالنشأة والتطور، ولذلك فقد استتبط البعض أن قصور اللغة يؤدي إلى إحداث تأثير سلبي على مفهوم الزمن لدى الصم.

ه) اكتساب المفاهيم:

أشارت الدراسات إلى أن الصم يكتسبون المفاهيم بنفس درجة التسلسل التي لدى العاديين إلا أن اكتساب الصم للمفاهيم المختلفة يتم في أعمار زمنية أكبر من العاديين، كما أنهم يعانون من صعوبات في اكتساب المفاهيم المتناقضة والمفاهيم المتشابهة ودمج بعض المفاهيم مع بعضها البعض. ويتضح أن فقدان السمع بما يمثله من تعطيل للجهاز السمعي، يمثل تعطيلًا لجزء من الكل مما قد يؤثر بدوره على القدرات العقلية لدى الطفل الأصم بعملياتها المختلفة، وقد يؤدي هذا إلى اضطراب تلك القدرات وجعلها غير ناضجة ونموها غير كامل، ولذلك قد يوصف الصم بسمة المهارة في الحرفة والعقلية ذات الذكاء الحاد.

3-4-4) علاقة الإعاقة السمعية بالنمو الانفعالي للأصم :

يعيش الطفل الأصم في قلق واضطراب انفعالي بسبب وجوده في عالم صامت خال من الأصوات واللغة، كما أنه معزول عن الرابطة التي تربطه بالعالم الخارجي، وهو في ذلك محروم من معاني الأصوات التي ترمز للحنان والعطف والتقدير، مما يعمق مشاعر النقص والعجز لديه، ومن ثم يتسم الطفل الأصم بالاضطراب النفسي والانفعالي كمرجع للانطوائية. ويجب الإشارة إلى جانب آخر وهو عدم شعور الطفل الأصم خلال مرحلة الطفولة بالحنان أو عطف الأمومة، ومرجع ذلك إلى أنه لا يسمع صوت أمه بنغمات أثناء عنايتها به، ولذلك فإن هؤلاء الأطفال يعانون من الإحباط بسبب فقدانهم لوسيلة الاتصال المتمثلة في اللغة نتيجة عدم فهم الآخرين لهم. كما أن إحجام الطفل الأصم عن التعبير عن مشاعره بصدق وأمانة في المواقف المختلفة ومع الأشخاص المختلفين من الأسباب الرئيسية لتعرضه للقلق والصراع والاضطرابات النفسية... كما أن قمع التعبير عن المشاعر يعمل على زيادة النزعات العصبية، ويؤدي بالأصم إلى الشعور بالنقص وخيبة الأمل، ولذلك فإن لديه عدم اتزان عاطفي بدرجة كبيرة إذا ما قورن بعادي السمع، كما أن الأصم أكثر انطواء وعزلة وأقل حبا للسيطرة والإسراف في أحلام اليقظة، ويتسم ببعض الصلابة والانقباض بالإضافة لذلك يتسم الصم في التشكك وأساس ذلك أنهم يرون

الآخرين متخاطبين يتكلمون بما لا يسمع الصم، فيظنون أن في الأمر سوء لهم وقد تبدو منهم استجابات عدوانية وفقاً لما يقدرونه من تشكك فيها. ولهذا يميلون للإشباع المباشر لحاجاتهم بمعنى أن مطالبهم يجب أن تلبى بسرعة أي سريعة الإشباع.

ويتسم الصم في هذا المجال بكونهم :

- يتجاهلون مشاعر الآخرين في معظم الأحيان.
- المبالغة والتشويش في مفهوم الذات لديهم.
- يعانون من سوء توافق شخصي واجتماعي.
- يرغبون في الإشباع المباشر لحاجاتهم.
- يتسمون في الغالب بالاندفاعية والحركة الزائدة وعدم القدرة على ضبط النفس.
- يعانون من عدم الاستقرار الانفعالي.
- تسيطر عليهم مشاعر الاكتئاب والقلق بدرجة مرتفعة.
- يتسمون بدرجة مرتفعة من السلبية والجمود وتقلب المزاج.

ويتضح أن فقدان السمع للأطفال الصم قد يؤدي إلى عدم التوافق وعدم التكيف انفعالياً مع ذواتهم فتفسيراتهم لنظرات الآخرين من العاديين تحمل أبعاداً غير مألوفة، فهي إما عالية جداً أي مبالغ فيها من الإيجابية أو منخفضة جداً نتيجة للانطواء والاكتئاب المتولد من عدم نجاحهم في فهم الآخرين بسهولة، وبالتالي يتقهقر نموهم الانفعالي عن المعتاد وبحيث أنه في مرحلتهم العمرية تلك لا يناسب سمات الشخصية التي لدى أقرانهم عادي السمع، من حيث توقف هذا النمو الانفعالي عند مرحلة معينة، أي تثبيته وذلك تبعاً لنظرية التحليل النفسي، ومن ثم يتوقع الطفل حول ذاته وتزداد مساحة الاكتئاب والعزلة لديه.

3-4-5) علاقة الإعاقة السمعية بالنمو الاجتماعي للأصم :

يميل الطفل الأصم إلى الانسحاب من المجتمع لذلك فهو غير ناضج اجتماعياً بدرجة كافية، وذلك بسبب عاهته الحسية، بالإضافة لوجود مشكلات سلوكية لديه كالعدوان والسرقة والرغبة في التنكيل

والكيد للآخرين... كما أن التكيف الاجتماعي لديه غير واضح المعالم ومن ثم فإن الطفل الأصم يميل إلى البعد عن الأشخاص عادي السمع نتيجة لفقده الحس الاجتماعي الذي يقربه لهم، إلا أن الصم دون غيرهم من فئات الإعاقة يتميزون بالاختلاط اجتماعياً بأقرانهم الصم، لأنهم يعتبرون أنفسهم جماعة فرعية من المجتمع، مما يجعلهم جماعة متماسكة.

ويبين بيترسون Peterson أن الطفل الأصم في المدارس المشتركة للصم وعادي السمع معاً يميل إلى أن يلعب مع زميله الأصم. ولذا يشير هالموس Halmos إلى أن انطلاق الأصم نحو إشباع رغباته وحاجاته دون الالتزام بالمعايير الاجتماعية يؤدي إلى عدم الرضا الاجتماعي عنه وهو ما يصيبه بالإحباط والتوتر. ومن ثم فإن الصم يستحيل عليهم فهم لغة الدعابة أو النكتة، وأنهم لكي يفهموا مضمون ومغزى الظواهر الطبيعية والقيم والعادات والتقاليد لابد لهم من إدراك ذهني كاف. والأطفال الصم يعانون من الوحدة Loneliness وتنتابهم لذلك مشاعر العزلة التي يعيشون فيها، وبالتالي تحد الإعاقة السمعية لديهم من الوظائف الاجتماعية.

ولذا يتسم الصم في المجال الاجتماعي بكونهم :

- يعانون من قصور بدرجة كبيرة في المهارات الاجتماعية.
- أقل توافقاً اجتماعياً من العاديين.
- أقل إلماماً ومعرفة بقواعد السلوك المناسب.
- أكثر ميلاً للعزلة مقارنة بالعاديين.
- يتفوقون عند تفاعلهم مع أقرانهم الصم مقارنة بتفاعلهم مع العاديين أو حتى بتفاعل العاديين مع بعضهم البعض.
- أقل تحملاً للمسؤولية.
- يعتمدون على الآخرين مع عدم النضج الاجتماعي.
- يلجؤون إلى التلامس الجسدي للفت الانتباه إليهم.
- في معظم الأحيان يسيؤون فهم العاديين.
- ينتشر لديهم السلوك العدواني والسلوك الإنسحابي.

كما أن التعبير عن النفس والتلقي من الآخرين، بل إن استمرار هذا التلقي لدى الصم لا يتم إلا

من خلال عملية التغذية الراجعة، وعملية الاتصال هذه هي محور عملية التفاعل الاجتماعي ويتضح أن الطفل الأصم لديه قصور اجتماعي نتيجة عدم المشاركة مع الآخرين بفاعلية. [44]

3-5) المشاكل التي يواجهها الصم والبكم:

إن الإعاقة Disability بكافة أنواعها المختلفة مثل (الإعاقة السمعية اللفظية، الصم والبكم Deaf Mute - والإعاقة العقلية Mentally Paralyzed - والإعاقة البصرية Sight Impaired) لها مشاكل جمة يمكن أن تواجه أصحابها مثل :

- 1- قلة العناية الصحية بهم.
- 2- عدم القدرة على التواصل مع باقي فئات المجتمع.
- 3- صعوبة تأمين فرص عمل لهم بما يتناسب ودرجة العجز لديهم.
- 4- فئة مهمشة ومقصاة ومهضوم حقها من طرف مجتمع غير متفهم لهذه الإعاقة.
- 5- المعاناة من انخفاض في المستوى التعليمي ونقص الخدمات وصعوبات في الاندماج المهني والاجتماعي.
- 6- ارتفاع نسبة البطالة في هذه الشريحة إذ تصل إلى 75% .
- 7- المعانات من فقدان الثقة بالنفس والعزلة عن الآخرين، بسبب التعامل السلبي ورفض الآخرين له.
- 8- المعاناة من عدم التواصل والتفاهم نتيجة عدم إتقان وفهم لغة الإشارات.
- 9- الجهل وضعف المعرفة بالأمور الدينية.
- 10- قلة الوعي وضعف التخطيط والتطوير، في مؤسسات التعليم وذلك على مختلف المستويات خصوصاً على المستوى العالي.
- 11- تقصير الجهات المختصة في توفير الأجهزة التكنولوجية الحديثة المستعملة في التعامل مع فئة الصم.
- 12- غياب المؤسسات المختصة في تأطير أساتذة التخصص في لغة الإشارة. [41]

3-6 طرق التواصل مع الصم وضعاف السمع:

سنستعرض فيما يلي بعض أساليب التواصل مع ضعاف السمع والصم بالإضافة إلى تحديد أهداف كل أسلوب ومزاياه وعيوبه وكذلك مؤشرات النجاح الخاصة به :

3-6-1) الأسلوب السمعي اللفظي (Auditory Verbal) والسمعي الشفهي (Auditory Oral):

يدعم قدرة الطفل على الإستماع مع إستخدام التواصل اللفظي فى علاقته مع الآخرين بدون الإعتماد على قراءة الكلام (الشفاه).

-المزايا :

1. مشاركة الطفل فى مواقف الحياة اليومية وإلتحاقه بالمدارس النظامية شأنه فى ذلك شأن الأطفال الآخرين.
2. لا يحتاج أفراد الأسرة إلى تعلم نظام لغة جديد نظراً لإستخدام الطفل الكلام كوسيلة للتواصل.
3. إتقان الطفل للغة الأم والتي سوف تؤهله لإكتساب المهارات الأكاديمية المدرسية.

- العيوب :

هناك بعض الأطفال الصم لا يكتسبون اللغة بدرجة عالية من الوضوح إعتماداً على السمع فقط بحيث يمكن الآخرين من فهمها هذا على الرغم من تشخيصهم المبكر وإلتحاقهم ببرنامج التدخل المبكر وإستخدامهم لسماعات تتيح لهم مجال أمثل للسمع .. مما يؤدى إلى ضرورة إستخدامهم لأسلوب آخر للتواصل.

- مؤشرات النجاح :

1. تشخيص ضعف السمع للطفل منذ الشهور الأولى للميلاد وإرتدائه السماعات الشخصية المناسبة.
2. إدراج الطفل والأسرة فى أحد برامج التدخل المبكر.
3. معاناة الطفل من ضعف سمع متوسط إلى حاد أو ضعف سمع عميق لا يتعدى 110 ديسيبل على أن يكون فى مجال للترددات حتى 4000 هيرتز.

3-6-2) الأسلوب السمعي الشفهي المصحوب بلغة الإشارة:

الهدف منه الإرتقاء بفهم الطفل للغة وإستخدامه لها من خلال الإستماع وقراءة الكلام والإشارات وذلك من خلال مراقبة حركة الشفاه ومخارج الأصوات من الفم واللسان والحلق أثناء نطق الكلام.

- المزايا :

1. إكتساب الطفل للغة الأم التى تؤهله فى إكتساب المهارات الأكاديمية.
2. يمكن للمحيطين بالطفل والمتفاعلين معه من إستخدام اللغة أثناء قيامهم بإستخدام الإشارة.
3. لابد للأهل أن يتعلموا الإشارات وقواعدها ولكن لن يتعلموا نظام لغوي جديد يتطلب منهم بذل الجهد.
4. يمكن للطفل أن يستخدم كلاً من السمع والبصر فى إستقباله للرسالة الكاملة.

- العيوب :

1. لا بد أن يتعلم الوالدين أو القائمين على رعاية الطفل كيف يتكلموا مع إستخدام أساليب التواصل البصري فى نفس الوقت.
2. كما لا بد لهم أيضاً تعلم بل والإستمرار فى تعلم أساليب لغة الإشارة العربية.

- مؤشرات النجاح :

1. استخدام الأطفال لسماعات شخصية تقوم بتكبير قدرته على سماع الكلام.
2. يمكن للقائمين على رعاية الطفل من أن يصبحوا ماهرين في استخدام لغة الإشارة بصورة سريعة.

3-6-3 أسلوب اللفظ المنغم:

تقوم على أساس تكبير الترددات التي يستطيع الطفل سماعها للارتقاء بمهاراته السمعية لإكتساب اللغة واستخدامها في التواصل مع الآخرين ... وتقوم هذه الطريقة على خمسة وسائل تستخدم في عملية التأهيل اللفظي السمعي للطفل:

1. الرتم والمثيرات الموسيقية وأغاني الأطفال.
2. التعبير عن خصائص الأصوات بالحركات الجسدية.
3. تكبير أصوات الكلام بأجهزة سوفاج.
4. الدراما.
5. مواقف اللعب.

3-6-4 قراءة الشفاه Lip Reading :

تعرف هذه الطريقة بالطريقة الشفاهية وتعرف بأنها فن معرفة أفكار المتكلم بملاحظة حركات فمه، ويطلق عليها أحياناً قراءة الكلام أو القراءة البصرية على أساس أن تعبيرات الوجه المختلفة، وكذلك حركات المتكلم لها تأثير كبير في إدراك معاني ما يقال وفك رموز الكلام الصادرة من المتحدث. لذا تعتمد قراءة الشفاه على عاملين هما :

1. الإدراك البصري : حيث يتطلب قراءة الكلام قدرة الأصم على رؤية حركة الشفاه واللسان والفكين بسرعة، وأيضاً ملاحظة تعبيرات الوجه المرتبطة بالموقف هل هو موقف تعليمي، أم

عام،... إلخ.

2. الإدراك اللمسي : حيث يتطلب قراءة الكلام قيام الأصم بوضع يده على فم المتحدث أو أنفه أو حنجرته والتي ترتبط بمخارج الأصوات والحروف المختلفة.
وتعد قراءة الشفاه وسيلة مساعدة على الفهم، إلا أنها ليست بديلاً عن الطرق الأخرى، فبعض الكلمات تتشابه في حركات الشفاه ولكنها تختلف في مقدار الهواء الخارج من الفم أو في التركيز على حرف معين، فقد تؤدي قراءة الشفاه إلى فشل في استخدام بعض الكلمات.

(5-6-3) اللغة الإشارية (Sign Language):

تعرف لغة الإشارة بأنها مجموعة من الرموز المرئية اليدوية تستعمل بشكل منظم للكلمات أو المفاهيم أو الأفكار الخاصة باللغة. ويتم التعبير عنها أو تشكيلها بلغة الإشارة، عن طريق الربط بين الإشارة ومدلولها في اللغة المنطوقة.
وفي لغة الإشارة فإن حركات الأيدي تحل محل الكلمات المنطوقة، فضلاً عما تعطيه تعبيرات الوجه وحركات الجسم من إشارات مرئية تحل محل التعبير الصوتي .
وهي أفضل طرق التواصل وأكثرها استخداماً في الدول العربية والعالم. لذلك اعتمدنا في بحثنا عن تسهيل طرق التواصل مع الصم والبكم على ترجمة لغة الإشارة. [40]

(7-3) لغة الإشارة:

(1-7-3) مقدمة:

اشتد الاهتمام - في السنوات الأخيرة - بلغة الإشارة للصم بعد أن أصبحت لغة معترفاً بها في كثير من دول العالم في المدارس والمعاهد ونظر إليها على أنها اللغة الطبيعية للأصم لاتصالها بأبعاد نفسية قوية لديه ولما تميزت به من قدرتها على التعبير بسهولة عن حاجات الأصم وتكوين المفاهيم لديه بل لقد أصبح لدى المبدعين من الصم القدرة على إبداع قصائد شعرية ومقطوعات أدبية وترجمة الشعر

الشفوي إلى هذه اللغة التي تعتمد أساساً على الإيقاع الحركي للجسد ولأسيما اليدين، فاليد وسيلة رائعة للتعبير بالأصابع وتكويناتها حيث يمكن أن نضحك ونبكي، أن نفرح ونغضب، ونبدي رغبة ما، ونطلق انفعالاً ونفرج عن أنفسنا كما يمكن الغناء والتمثيل باليد بدلاً من الغناء والتمثيل الكلامي. وهناك تصور خاطئ بأن لغة الإشارة ليست لغة قد تكون مجموعة من الحركات أو الرموز أو الإيماءات ولكنها ليست لغة لها بنيتها وقواعدها .

وربما كان التصور الخاطئ الأكثر انتشاراً هو أن لغات الإشارة جميعاً متشابهة أو دولية وهذا ليس صحيحاً فالاتحاد العالمي للصم أصدر بياناً يؤكد فيه: ((أنه لا توجد لغة إشارة دولية)) ولغات الإشارة متميزة كل منها عن الأخرى مثلها مثل لغات الكلام المختلفة. ولكن هناك مشروع لتوحيد لغة الإشارة العربية بناء على اجراءات قامت بها بعض المنظمات والجمعيات المعنية بأمور الصم والبكم والتي جمعت مصطلحات لغة الإشارة العربية في القاموس العربي الإشاري الموحد وهو ما بدأ اعتماده لتدريس الصم في العديد من البلدان العربية منها سوريا.

والتصور الخاطئ الآخر هو أنه من الواجب ابتكار لغة إشارات دولية لجميع الشعوب. إن الصم مثلهم مثل أي مجتمع أثني أو وطني، يرون أن التخلي عن لغتهم الأصلية أمر لا يمكن قبوله. وأخيراً يتصور بعضهم أن لغات الإشارة هي نسخ بصرية من لغات الكلام: بمعنى أن لغة الإشارة الأمريكية لابد أن تكون هي الإنجليزية وهذا أيضاً بعيد عن الحقيقة فلغة الإشارة البريطانية والأمريكية مختلفتان تماماً كل منهما عن الأخرى. تدرك لغة الإشارة وتنتج من خلال قنوات بصرية وحركية لا من خلال وسيلة سمعية وشفهية كاللغة العادية، لذلك كان لكل لغة خصائص عن الأخرى [37].

3-7-2) تعريف لغة الإشارة :

لغة الإشارة هي إشارات محددة تستخدم للاتصال بالأشخاص الذين يفقدون قدرتهم على السمع. وهي نظام مقنن، يراعي ويحافظ على قواعد النحو التي ابتدعها أول مدير لمدرسة سانت مايكلز جستل في هولندا (1817)، هذه المدرسة تتبع الآن منهج التعليم الشفهي البحث.

وتعد لغة الإشارة أسلوباً بصرياً - يدوياً لاستقبال المعلومات والتعبير عنها. والإشارات هي خليط من الأوضاع والأشكال والحركات في اليد، تمثل كلمات أو أفكار محددة. ولغة الإشارة محوراً حركة اليد وأصابعها لتصوير الألفاظ، وتعد حاسة البصر أساس لغة الإشارة من حيث التقاط هذه الإشارات وترجمة معانيها. ويستطيع الأطفال الصم التقاط الإشارات بسهولة، كما أنهم يستخدمونها استخداماً جيداً في التعبير عن أنفسهم.

وهذه اللغة تستخدم في الكثير من بلدان العالم. وتختلف عموماً القواعد اللغوية للغة الإشارة في بلدان العالم عن لغات تلك البلدان (في أمريكا وبريطانيا مثلاً توجد لغة إشارية حل وسط تدعى بالإنكليزية الإشارية signed English ، وهي مثل ترجمة حرفية للكلمات المنطوقة مع كل ما تحتوي الجملة من أحرف جر، وأدوات مساعدة وأدوات وصل الجمل)، ولكن حركات اليد عموماً هي بالتأكيد أبداً بكثير من اللسان مما يجعل هذه اللغة بطيئة بشكل ممل، كما أن القاموس الخاص بهذه اللغة صغير بحيث يفقد هذه اللغة دقتها، فالمعنى الواحد قد تكون له في إحدى اللغات المنطوقة عدداً كبيراً من المرادفات، مثل حب هيام وود، وهذه الكلمات لا تمتلك نفس المعنى تماماً ولكن هي مراحل متفاوتة من الحب، الأمر الذي يجعل 90 % من الصم الأمريكيين يستخدمون اللغة الإشارية الأمريكية (ASL) ومعظم الصم البريطانيون يستخدمون اللغة الإشارية البريطانية (BSL).

بالتالي فالإنسان الأصم، الذي لم يكتسب المفردات سماعاً أولاً ولم يفهم قواعد اللغة المنطوقة ثانياً، بحاجة إلى من يساعده في نقطتين ، وهما:

الأولى : تجميع قاموس لغوي كافٍ من المفردات العربية يُساعده على التعبير عن أفكاره باللغة العربية عندما يترجمها من لغة الإشارة.

الثانية : تبسيط وشرح قواعد اللغة العربية بطريقة تناسب الأصم ليستطيع صياغة جمل سليمة.

الصم الذين لم يتلقوا تدريباً مكثفاً على النقطتين السابقتين عاجزون عن القراءة، فإما أنهم لا يفهمون مفردات الجملة، وإما أنهم فهموا المفردات ولكنهم لم يدركوا تركيب الجملة والمعنى الناجم عن طريقة صياغتها، ناهيك عن فهمهم لتصريف الأفعال ومرجعية الضمائر المتصلة. وكذلك طبعاً في حالة الكتابة

وتعمل على إزالة أية عوائق خاصة بالتحاور كما أنها لغة ممتعة لكلاً من الشخص المصاب في قدرته على السمع أو الشخص السليم.

كما أن هناك نطاقاً مكانياً للغة الإشارة، إذ تستخدم الحركة في اتجاهات مختلفة في نطاق الأبعاد، للتعبير عن دلالات نحوية معينة. وهذه الإشارات غالباً ما تكون تقليداً لما هو موجود في الطبيعية أو لما يميز الأشياء والأسماء من ميزات بارزة، فإشارة سبابة اليد اليمنى باتجاه الرأس على الجبين ومد اليد اليسرى لتلامس الكوع الأيمن للدلالة على الهدوء، والإشارة التي تدل على اسم العروس ستكون باتجاه الرأس للدلالة على الإكليل.

الإشارات تعتمد إذاً على إعطاء صور موجزة مبسطة عن الأشياء، مثل الاستدلال على الرجل بالإشارة إلى الشاربين، والاستدلال على فعل الشرب بوضع اليد بشكل كأس وجرها نحو الفم.[42]

3-7-3) تاريخ لغة الإشارة:

ترجع أقدم المحاولات المعروفة المتصلة بتنمية قدرات الاتصال لدى الصم إلى رجلي دين في الكنيسة الكاثولوكية، الأول اسباني (بدرو بانسدوليون)، والثاني فرنسي (دولابي)، وقد عاشا في القرن السابع عشر، اهتم دوليون بتنمية التواصل الشفوي لدى الصم وقد نجح في تعليم قراءة اللغة اللاتينية لشقيقتين أصميين، وطريقته لا تبتعد كثيراً عن الطريقة الشفوية الحالية المعتمدة على قراءة الشفاه، وظهرت في الفترة ذاتها تقريباً طريقة أبجدية الأصابع التي ترمز إلى الحروف في الأبجديات المختلفة عن طريق أوضاع معينة لليد والأصابع وذلك بطريقة اصطلاحية تماماً.

أما لغة الإشارة فقد وجدت بشكل تلقائي لدى الصم، وكانت تتسم دائماً بالمحلية، فتختلف من بلد إلى آخر، وأول من بادر إلى تنظيمها وتقنينها هو الأب (دولابي) الذي نظم الإشارات التي يستعملها الصم ودونها في قاموس صغير وأصبحت هذه اللغة هي اللغة الأساسية في المدارس التي كان يشرف عليها.

ومن بين من ساهم في نشر هذه اللغة (غالوديه) الذي سافر سنة 1817 إلى أمريكا وأسس مدرسة لتعليم الصم تحمل إلى اليوم اسمه، تطورت إلى أن أصبحت اليوم أول جامعة في العالم تعتني بالتعليم العالي للصم والبحوث والدراسات، ويرأسها عميد أصم، ويشكل الصم نسبة عالية من الأساتذة، وتعتمد

فيها لغة الإشارة في الدرجة الأولى.

وقد تعرضت الطريقة الإشارية في القرن الماضي إلى هجوم شديد من أنصار الطريقة الشفوية، وتم منع هذه الطريقة في المؤتمر الدولي الذي انعقد عام 1880 في مدينة "ميلانو"، وفرض الطريقة الشفوية التي بقيت الوحيدة المعترف بها خلال قرن تقريباً في أوروبا الغربية وبعض الجهات في الولايات المتحدة، فكان يمنع على الصم منعاً باتاً استعمال لغة الإشارة في المدارس المختصة لكن هذا المنع لم يحل دون استعمال الصم اللغة الإشارية فيما بينهم.

وعاد الاهتمام بلغة الإشارة بدءاً من ستينات هذا القرن، إذ نما الوعي لدى الصم الأمريكيين بعد أن فرض الأسوياء عليهم اللغة الشفوية بنوع من التسلط والتدخل في أمورهم، فناضلوا ضد من يحاول دمجهم عنوة في لغة الأسوياء، وبدؤوا ينظرون إلى أنفسهم كأقلية مثل العديد من الجاليات الأجنبية غير الناطقة بالإنجليزية والموجودة في الولايات المتحدة، وقامت أبحاث حول لغة الإشارة في جامعة غالودية، أعادت شيئاً من الاعتبار إلى هذه اللغة، ثم ظهر اهتمام في الدول الاسكندنافية بها، أما أوروبا الغربية ولاسيما فرنسا وإيطاليا وبلجيكا وإسبانيا فلم تهتم بهذه اللغة إلا في منتصف السبعينيات [37].

ارتبط التطور التاريخي في مجال تربية وتعليم الصم بشكل وثيق بتطور النظرة نحو الصم والصمم. فهناك أصحاب النظرة الطبية وهناك أصحاب النظرة الثقافية. وكمقارنة بين هاتين النظرتين:

أولاً - الصم كحالة طبية :

- يعرف الصم كحالة طبية وينظر له كعجز أو قصور أو إعاقة والتي تفرق بين الإنسان العادي السامع من الإنسان الأصم غير العادي.
- ينكر أو يحاول إخفاء أي دليل على الصمم.
- يبحث عن علاج للصم ويركز على تأثير الإعاقة السمعية.
- يعطي تركيز أكبر لاستخدام المعينات السمعية وأجهزة أخرى لزيادة الإدراك السمعي كما يركز على الكلام.

- يركز أكثر على قراءة الكلام (الطريقة الشفهية) ويتجنب لغة الإشارة والتي ينظر لها بدونية مقارنة باللغة المنطوقة.
- ينظر إلى اللغة المنطوقة على أنها اللغة الطبيعية لكل الناس بما فيهم الصم.
- يجعل التمكن من اللغة المنطوقة (الهدف المركزي لتربية الصم).
- يعتبر الإنسان العادي السامع كأفضل مثال (قدوة) للأطفال الصم.
- يعتبر تدخل المختصين مع الصم كمساعدة للصم للتغلب على إعاقاتهم وليعيشوا في مجتمع السامعين.
- يدعم تفاعل واختلاط الأصم مع العاديين ويمنع تفاعل واختلاط الصم ببعضهم كما يحرم زواج الصم من بعضهم البعض.
- لا تقبل ولا تدعم وجود ثقافة خاصة بالصم.

ثانياً - الصم كحالة ثقافية :

- يعرف الصم فقط كاختلاف، كخاصية تفرق بين شخص أصم عادي وشخص سامع عادي ويعترف بالصم كأقلية لها لغتها وثقافتها الخاصة بها.
- يعترف صراحة بالصم.
- يركز على قدرات الشخص الأصم.
- يركز أكثر على التواصل بالنسبة للأصم ويدعم استخدام البصر كطريقة إيجابية وبدل فعال للفتاة السمعية.
- يشجع على تنمية مهارات وطرق التواصل جميعها بما فيها الكلام وليست محصورة عليه فقط.
- ينظر إلى لغة الإشارة كلغة مساوية للغة المنطوقة وينظر إلى لغة الإشارة على أنها اللغة الطبيعية للصم.
- في التربية يركز على الموضوع والمادة بدلاً من التركيز على طريقة التواصل.
- ينظر إلى الأصم البالغ الناجح كمثال يحتذى للأطفال الصم.

• يعتبر تدخل المختصين مع الصم كعمل مع الصم لتوفير جميع الحقوق والمزايا لهم كما للناس السامعين.

• يدعم تفاعل واختلاط الصم في مجتمعهم ومع بعضهم البعض كما مع المجتمع العام.

• يحترم ويقدر ويدعم لغة وثقافة الصم.

الاختلاف حول أفضل الطرق للتواصل مع الصم وتعليمهم يعتبر من الأمور البارزة في مجال تربية وتعليم الصم ويعود هذا الاختلاف إلى تاريخ قديم قدم تعليم الصم. أبرز هذه الطرق المختلف حولها هي الطريقة الشفهية ولغة الإشارة.

فالطريقة الشفهية تعتمد على التدريب على النطق والكلام والتدريب السمعي إضافة إلى قراءة الكلام وتتجنب أي استخدام للإشارة على اعتبار أن استخدام الصم للإشارة سيؤدي إلى عزلتهم عن مجتمع السامعين علاوة على النظر إلى لغة الإشارة على أنها ليست لغة ولا ترقى أبداً إلى مستوى اللغات المنطوقة. تعود البداية الفعلية إلى الصراع بين الطريقتين إلى عام 1880 حيث تم عقد المؤتمر العالمي للصم في ميلان بإيطاليا ومنه تم إقرار الطريقة الشفهية كأفضل طريقة يجب إتباعها لتعليم الصم وعدم استخدام لغة الإشارة. ومن أشهر من تزعموا إصدار هذا القرار الكسندر جراهام بل. نتيجة لهذا القرار بدأت محاربة لغة الإشارة في العالم ومنع استخدامها في تدريس الصم والتواصل معه.

ظلت الطريقة الشفهية هي السائدة إلى بداية عقد الستينات حيث أدت ثلاث عوامل رئيسة إلى العودة مرة أخرى إلى لغة الإشارة هذه العوامل هي:

1. أثبت وليام ستوكي من خلال بحوثه ودراساته المرتبطة بلغة الإشارة والتي نشرت بدءاً من عام 1960 أن لغة الإشارة لغة حقيقية دقيقة لها قواعدها وأسسها المنظمة لها مثل اللغات المنطوقة.
2. البحوث والدراسات التي قارنت بين المستوى الأكاديمي للطلاب الصم من آباء صم والطلاب الصم من آباء سامعين أكدت أن مستوى المجموعة الأولى يفوق بكثير مستوى المجموعة الثانية.
3. أثبتت الطريقة الشفهية فشلها الذريع حيث أن خريج الثانوية العامة الأصم يعادل في مهارات القراءة والكتابة مستوى طالب سامع في الصف الرابع ابتدائي تقريباً.

في منتصف الستينات وبداية السبعينات تمت العودة إلى استخدام لغة الإشارة في تدريس الصم. [42]

3-7-4) بعض توصيات الاتحاد العالمي عن أهمية لغة الإشارة:

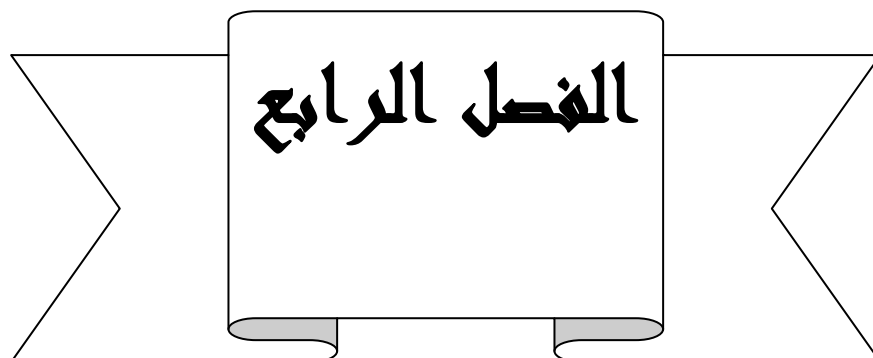
- هذه التوصيات التي اقترحتها لجنة الإشارة المنبثقة عن القسم العلمي في الاتحاد العالمي للصم والتي أقرها المؤتمر الحادي عشر العالمي للصم المنعقد في طوكيو 1991:
- إقرار لغة الإشارة كلغة رسمية للصم شأنها شأن اللغة الأم وحق استخدامها في جميع أنحاء العالم ودعوة جميع الحكومات لتنفيذها.
 - إقرار حق الأطفال الصم بالتعليم المبكر للغة الإشارة ومن ثم تعلم اللغة الثانية للقراءة والكتابة بلغة الإشارة.
 - تلقي الأصم العلوم المدرسية الأكاديمية بلغة الإشارة الأم.
 - ضرورة إعداد برامج تعليم لغة الإشارة إلى أهالي الصم والناس المحيطين بهم وتأهيل المعلمين تأهيلاً عالياً لإتقانها.
 - إعداد أبحاث ودراسات عن لغة الإشارة في الجامعات ومراكز البحوث والمعاهد التعليمية في كل بلد ونشرها وتوزيعها.
 - تشجيع الصم لحضور الاجتماعات المحلية والدولية التي تهتم بموضوع لغة الإشارة وضرورة الإطلاع على كل جديد في هذا المجال.
 - زيادة تأهيل مترجمين من اللغات الأم إلى لغة الإشارة وإعداد برامج تدريبية مناسبة لهم.
 - تطوير تقنيات الترجمة وأجهزتها السمعية وذلك لتوطيد العلاقات والاتصالات بين الصم ومجتمعهم وتمكين الصم من تلقي المعلومات والأخبار من حولهم.
 - ضرورة إدخال لغة الإشارة في كافة وسائل الإعلام [37].

3-7-5) مفهوم ثقافة الصم Deaf Culture :

ثقافة الصم تعني مجموعة الصم الذين يستخدمون لغة الإشارة ويشتركون في المعتقدات، والقيم، والعادات، والخبرات التي تنتقل من جيل إلى جيل. وهي جزء من ثقافة المجتمع العام لكن لها ما يميزها مثل تميز بعض مناطق المملكة ببعض العادات والتقاليد واللهجات التي تميزها عن غيرها علماً

بأن أهم عنصر في ثقافة الصم وحجر الزاوية فيها هو لغة الإشارة . ومن الأمثلة على ثقافة الصم ما يلي : إلقاء قصص باستخدام أبجدية الأصابع، إلقاء قصص باستخدام شكل واحد فقط من أشكال اليد، إلقاء قصص باستخدام إشارات الأرقام، نكات الصم وقصصهم، التصفيق، كيفية شد انتباه الأصم، تاريخ الصم، رقص الصم، الأسماء بلغة الإشارة، ما يحدث عند المغادرة وترك المكان، رسومات الصم، الأجهزة التي يستخدمها الصم...الخ.

بالرغم من عدم وجود بحوث ودراسات عن ثقافة الصم في العالم العربي إلا أنه يمكننا القول بوجود مثل هذه الثقافة والتي عمادها لغة الإشارة كما أن من لديه الخبرة والتعايش مع الصم سيلاحظ الكثير مما يميز الصم عن غيرهم من السامعين فزيارة واحدة لمنزل أسرة صماء ستجعلك ترى أجهزة ووسائل لجذب انتباه أفراد الأسرة من الصم والتي لا تراها عند زيارتك لمنزل أسرة سامعة. كما أن دور أندية الصم في تاريخ الصم وكمراكز لتجمعهم تلعب دوراً مهماً في تشكيل ثقافة الصم ونقلها من جيل إلى جيل [42].



الجانب العملي للبحث

(The Experimental Work)

4-1) مقدمة:

بما أن لغة الإشارة هي وسيلة التواصل الرئيسية والأكثر شيوعاً في مجتمع الصم والبكم. فإن تسهيل التواصل مع هذه الفئة يتطلب ترجمة هذه اللغة المجهولة بالنسبة لمعظم الأصحاء إلى اللغة الطبيعية. وتتم الترجمة عن طريق التعرف على كلمات لغة الإشارة وتحويلها إلى كلمات مكتوبة أو منطوقة.

من خلال دراستنا للعديد من الأبحاث تبين أن هناك تصنيفين لطرق التعرف على لغة الإشارة.

(I) التصنيف الأول: ويتم بناء على طريقة اقتباس المعلومات، وهو يقسم أنظمة التعرف إلى نوعين:

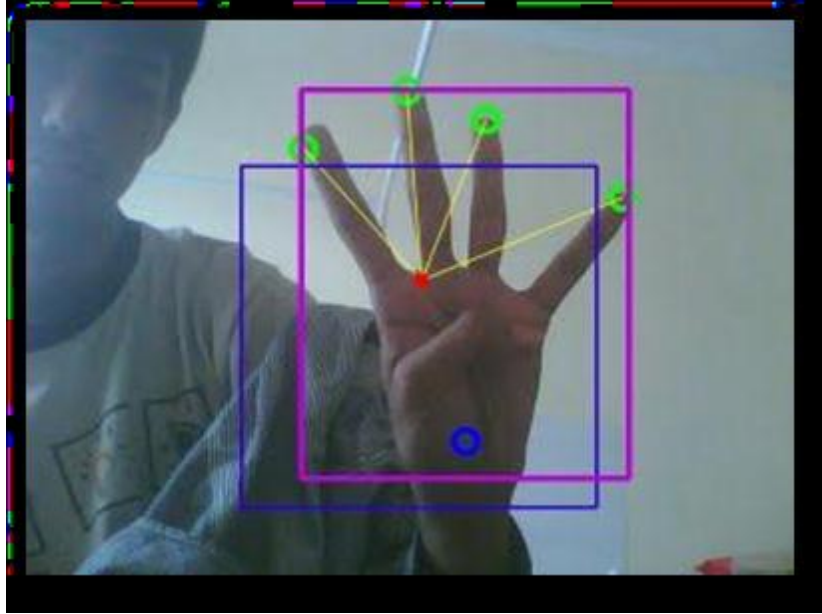
1) الأنظمة المعتمدة على الكف (Glove-based systems): حيث يتم استخدام حساسات حركة لالتقاط معلومات الإيماءات. مع أن هذه الطريقة سهلة وتعطي نتائج دقيقة إلا أن مساوئها أكثر من إيجابياتها، إذ أنها مكلفة وتشكل عبء على المستخدم من خلال الحد من قدرته على الحركة كما أنها تقلل من طبيعية التفاعل بين الإنسان والكمبيوتر.



الشكل (4-1) الأنظمة المعتمدة على الكف [5]

2) الأنظمة المعتمدة على الرؤية (Vision-based systems): تتطلب استخدام كاميرا أو أكثر وتؤمن بيئة أكثر طبيعية لاقتباس معلومات الإشارة المنفذة. مصاعب هذه الطريقة تكمن في أن التعامل مع الصور يتطلب تقنيات ذكية لاستخلاص المميزات (intelligent feature extraction)

techniques) بالإضافة إلى تقنيات معالجة الصورة مثل التقطيع والتي يمكن أن تزيد من تعقيد برمجية النظام. [5]



الشكل (4-2) الأنظمة المعتمدة على الرؤية [5]

في مشروعنا، سنعتمد على التصنيف الثاني والذي هو الأفضل والأكثر استخداماً في هذا المجال.

II) التصنيف الثاني: وفق الإشارات التي يسعى النظام إلى التعرف إليها. وهو يقسم طرق التعرف إلى ثلاثة أنواع:

- 1) في النوع الأول يقترح الباحثون طرق للتعرف على وضعيات اليد الثابتة أو أحرف لغة الإشارة [18-26] اذ يستخدمون صور الأيدي ويستخلصون الأشعة المميزة وفق المعلومات الثابتة لشكل اليد. ولكن هذه الطريقة لا تتيح التعرف على الأحرف التي تحوي حركة موضعية تنتج من المعصم أو مفاصل الأصابع مثل حرف 'j' في اللغة الإشارية الأميركية (ASL).
- 2) يجمع الباحثون في النوع الثاني [1, 12] أشعة مميزة متتالية من الإيماءات ويستخدمون المعلومات الديناميكية من أجل التعرف على الأحرف ذات الحركة الموضعية أيضاً. في هذه

الطرق يتم ملاحظة الحركة الناجمة عن تغيير وضعية اليد فقط بينما يتم تجاهل حركة المسار (الحركة المنتجة بواسطة الكتف أو المرفق).

(3) أما في النوع الثالث يحاول الباحثون التعرف على كلمات وجمل لغة الإشارة [20, 28] حيث تحوي الإشارة على حركة يد وفق مسار بالإضافة إلى الحركة الموضعية. وبالتالي معظم هذه الأنظمة تستعمل التقطيع وملاحقة اليدين.

وبما أن معظم كلمات لغة الإشارة العربية تحوي على حركة فسنعتمد على النوع الثالث في مشروعنا وبالتالي سيتم ملاحقة حركة اليد.

سنوضح فيما يلي الكلمات التي سوف نتعرف عليها والخوارزمية المستخدمة في النظام وبعدها سنتطرق إلى تفاصيل كافة التقنيات المذكورة في هذه الخوارزمية ثم مواصفات الكاميرا المستخدمة.

4-2) الكلمات التي سنتعرف عليها:

بما أن الصم والبكم لا يستخدمون الأحرف إلا للتعريف بالأسماء والكلمات الجديدة، وإنما يستخدمون كلمة إشارية خاصة لكل معنى غالباً ما تحوي حركة في اليد ويمكن أيضاً أن تتطلب الكلمة الإشارية حركة في الجسم والشفاه... نبين فيما يلي جدول بالكلمات التي سنسعى للتعرف عليها في دراستنا مع معانيها باللغة الانكليزية علماً أن هذه الكلمات تم اختيارها من القاموس الإشاري العربي الموحد بشكل عشوائي مع مراعاة التنوع في حركة اليد بين الكلمات المختلفة:

الجدول (1-4) الكلمات التي سنتعرف عليها [45]

English	Arabic	
الكلمات التي تتطلب يد واحدة لتمثيلها		
State of ritual consecration	إحرام	1
Exploitation	إستغلال	2
Sea	بحر	3
Quickly, fast, rapidly	بسرعة	4
Grandson	حفيد	5
Suitcase, luggage	حقيبة سفر	6
Circle	دائرة	7
Trip, journey	رحلة	8
Mercy	رحمة	9
Question	سؤال	10
Monthly	شهرياً	11
Patience	صبر	12
Mouse	فأر	13
Virus	فيروس	14
Diameter	قطر الدائرة	15
Blame	لوم	16
What?	ماذا ؟	17
Circle Center	مركز الدائرة	18
Key	مفتاح	19
River	نهر	20

Day	يوم	21
English	Arabic	
الكلمات التي تتطلب استخدام اليدين لتمثيلها		
Week	أسبوع	22
Spread, diffusion	إنتشار	23
Revolution	إنقلاب	24
Family	أسرة	25
Handicap, disability	إعاقة	26

4-3) تصميم النظام:

تستخدم المنهجيات المعتمدة على ملاحظة حركة اليد الميزات المستخرجة من صورة الدخل في سبيل بناء النموذج الافتراضي لليد، وتتميز بالأداء العالي من حيث الدقة في اقتباس المعلومات المفيدة التي سيتم استعمالها في التعرف.

نهدف من خلال هذا البحث إلى تقديم نظام للتعرف على لغة الإشارة من خلال التعرف على اليد وملاحظة حركتها، وتوضح البنية العامة للنظام المقترح فيما يلي:

مراحل عمل البرنامج:

1. تحديد لاحقة ملف الفيديو wmv/avi.
2. تحديد عينات التدريب (مجموعة ملفات الفيديو التي سيتدرب عليها الـ HMM وهي 26 ملف فيديو تمثل 26 كلمة).

3. تحديد قيم المتحولات الخاصة بتدريب الـ HMM وهي : السماحية (Tolerance) والتكرارية (Iterations).

4. اختيار خوارزمية التدريب :

(a) الطرح Subtraction: اختيار قيم المتحولات الخاصة بها وهي المعامل المورفولوجي Morphology Operator – المجال اللوني Color Range - طريقة التعتیب بناء على لون الجلد Skin Detector.

(b) المشتقات Derivatives: اختيار المشتق المطلوب (المشتق الأول FD – المشتق الأول الموجب PFD – المشتق الأول السالب NFD – المشتق الأول بالقيمة المطلقة AFD – المشتق الثاني SD).

5. بدء عملية التدريب.

6. عند انتهاء عملية التدريب يمكن الاكتفاء بعينة التدريب المأخوذة أو تدريب الـ HMM على عينة تديب أخرى.

7. حفظ الـ HMM.

8. الانتقال للاختبار:

(a) في حال لدينا HMM مدرب مسبقاً (تم تدريبه وحفظه) يمكن تحميله مع تحديد ملفات الـ Classes.txt & Words.txt ثم البدء بعملية الاختبار.

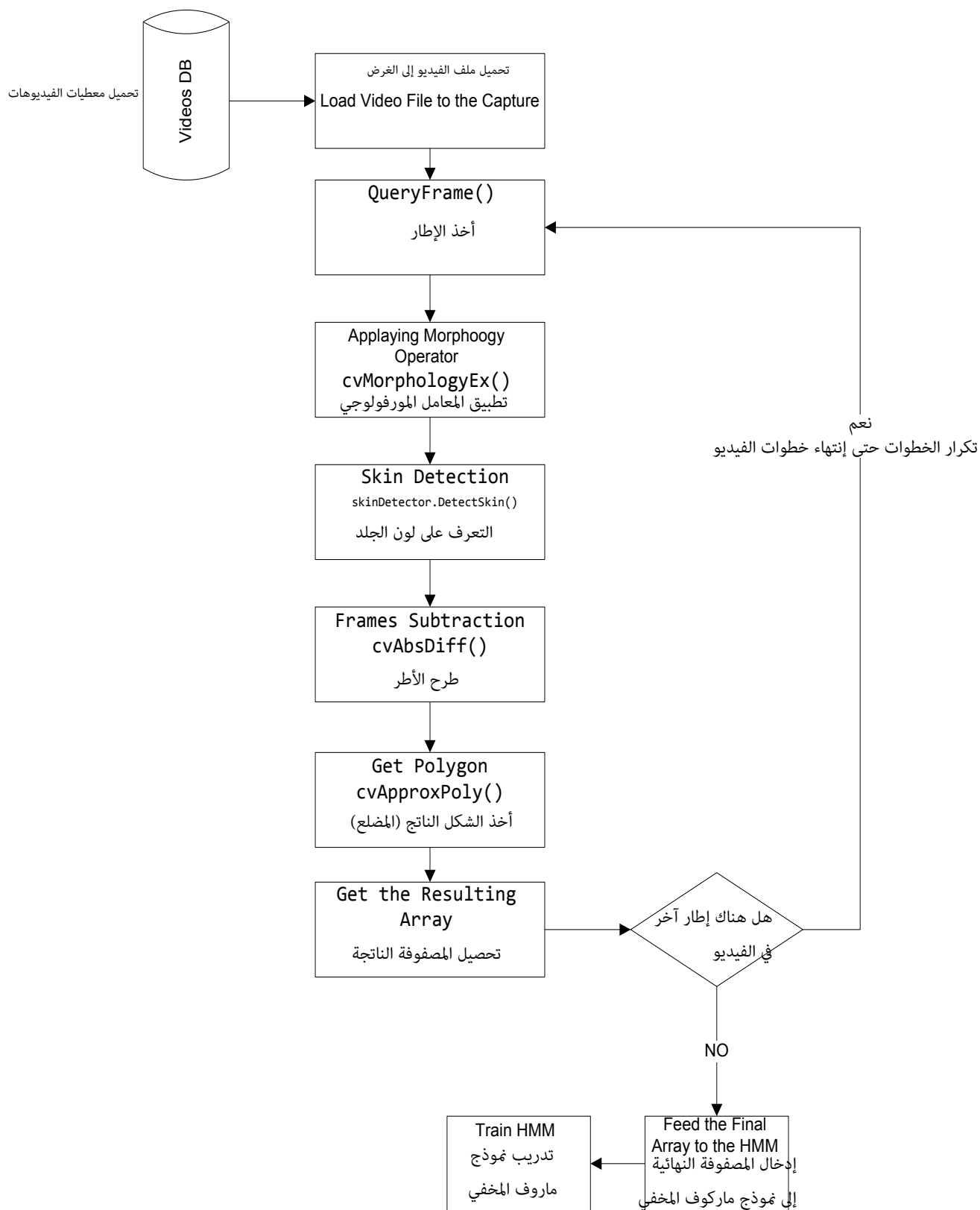
(b) أو في حال كنا قد انتهينا للتو من عملية التدريب ولدينا HMM مدرب نقوم بالاختبار مباشرةً.

9. تبدأ عملية الاختبار باختيار ملف فيديو (كلمة) ليست من ضمن عينات التدريب، بعدها يقوم الـ HMM بالتنبؤ بالكلمة الموافقة.

طرق التدريب :

- **Subtraction Training:** خطوات عمل الخوارزمية وفق البرنامج الذي تم تنفيذه:
 - A. تحميل ملف الفيديو إلى الغرض Capture المسؤول عن قراءة الملف على شكل إطارات Frames.
 - B. يبدأ الـ Capture بقراءة الـ Frames واحدة تلو الأخرى عن طريق التابع QueryFrame.
 - C. عند قراءة الـ Frame الأولى يتم أخذ نسخة منها.
 - D. بعدها تتم معالجتها مورفولوجياً باستخدام الـ (Morphology Operator) سواء باستخدام الحت أو التمديد.
 - E. بعد ذلك يتم التعرف على لون الجلد (Skin Detection) وذلك عن طريق اختيار المجال اللوني المناسب من خلال واجهة البرنامج.
 - F. الخطوة التالية هي بأخذ الفرق بين الـ Frame الحالية والتي قبلها، يمكن القول أن العملية هي طرح الأطر من بعضها البعض $\text{new Frame} = \text{Frame}_t - \text{Frame}_{t-1}$ ، من أجل التقاط التغيير الناتج في الصورة.
 - G. الخطوة الأخيرة هي أخذ الشكل الناتج الذي هو عبارة عن مضلع (Polygon) وهو الممثل النهائي للفرق بين إطارين متتاليين والذي يمثل مسار الحركة. وهو عبارة عن صورة تخزن على شكل مصفوفة.
 - H. يتم تكرار الخطوات من B إلى G ويتم مراكمة الأشكال الناتجة في الخطوة G في مصفوفة واحدة وعند الانتهاء من المرور على جميع الـ Frames في ملف الفيديو سيتكون لدينا في النهاية مصفوفة تمثل الفيديو وبالتالي الكلمة المطلوبة، وهذه المصفوفة هي التي سيتم إدخالها إلى الـ HMM ليتم تدريبه عليها.

يبين المخطط التالي في الشكل (3-4) خطوات عمل هذه الخوارزمية:

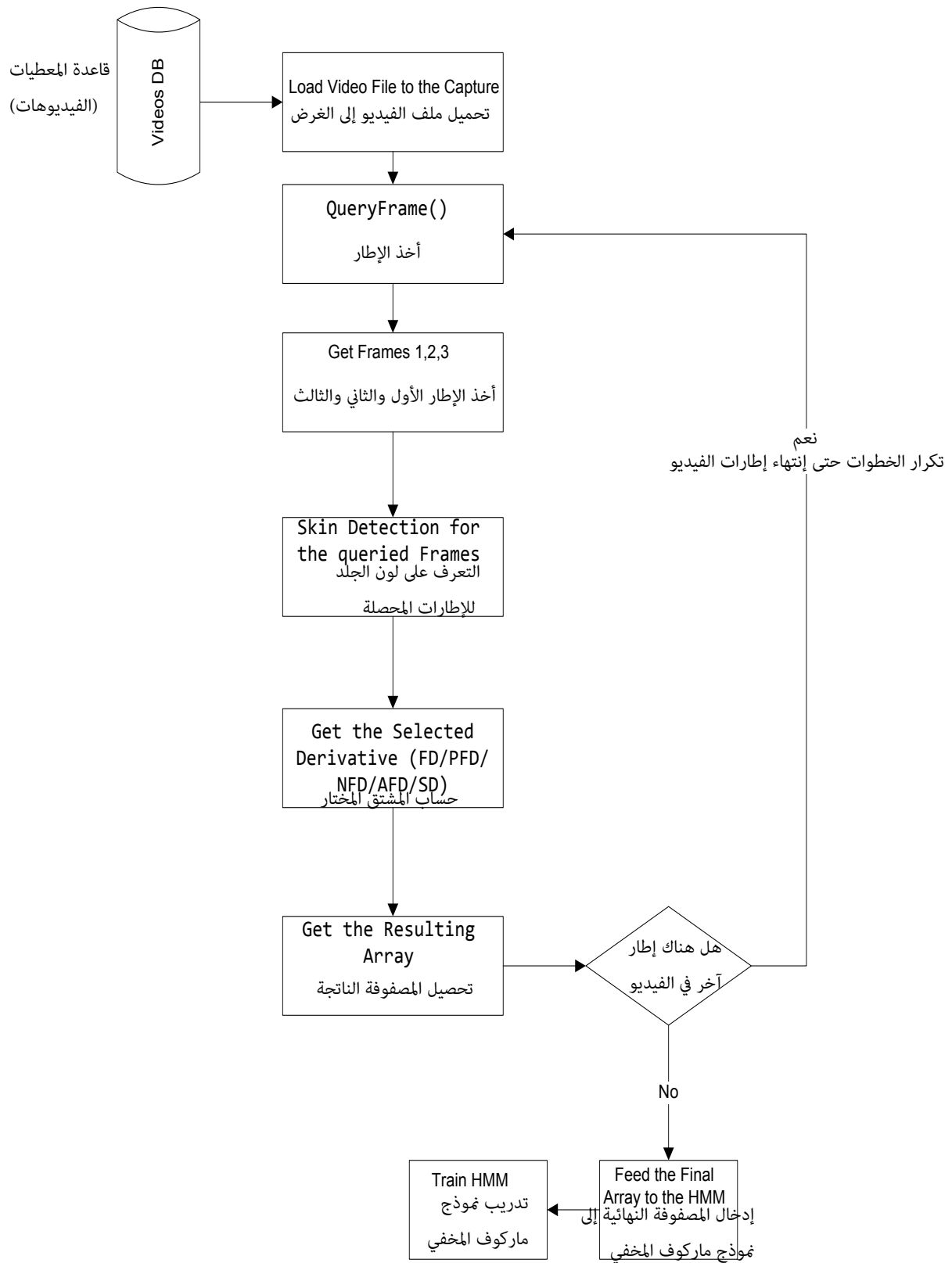


الشكل (3-4) مخطط خطوات عمل خوارزمية التدريب بطريقة Sub

• **Train Derivatives:** خطوات عمل الخوارزمية وفق ورودها بالبرنامج:

- A. تحميل ملف الفيديو إلى الـ Capture المسؤول عن قراءة الملف على شكل Frames.
- B. يبدأ الـ Capture بقراءة الـ Frames واحدة تلو الأخرى.
- C. تتم قراءة الـ Frame الأولى والثانية والثالثة من أجل حساب المشتقات.
- D. بعد ذلك يتم التعرف على مناطق الجلد وفق العتبة اللونية للجلد لكل من الـ Frames السابقة.
- E. يتم تخزين الصورة الناتجة المحددة للون الجلد من أجل كل Frame على شكل مصفوفة.
- F. الآن بناءً على المشتق المطلوب يتم حساب المصفوفة الموافقة، أي سينتج لدينا مصفوفة للمشتق الأول FD أو للمشتق الأول الموجب PFD أو السالب NFD أو بالقيمة المطلقة AFD أو مصفوفة المشتق الثاني SD.
- G. تتكرر الخطوات من B إلى F وتتم مراكمة المصفوفات الناتجة عن المرحلة F في مصفوفة واحدة تمثل المشتق المطلوب للفيديو، أي أن المصفوفة النهائية الناتجة تمثل كلمة إشارية وهي التي سيتم إدخالها إلى الـ HMM ليتدرب عليها.

يمثل المخطط التالي في الشكل (4-4) مراحل عمل هذه الخوارزمية :



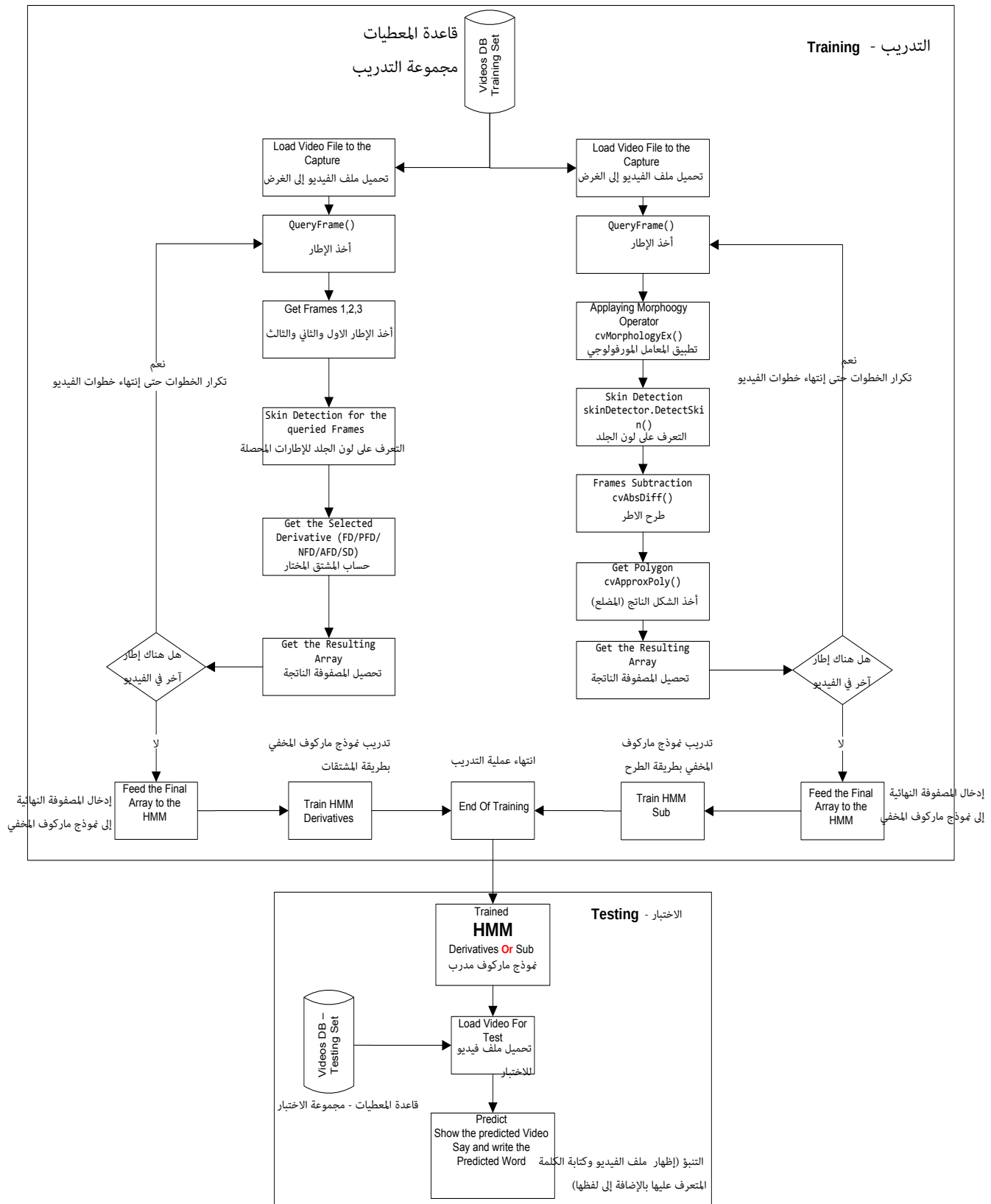
الشكل (4-4) مخطط خطوات عمل خوارزمية التدريب بطريقة Derivatives

• بالنسبة لمعالجة الفيديو :

تمت معالجة الفيديو الملتقط من الكاميرا لإضافة تحسينات على خصائصه وذلك من حيث الأبعاد (640 * 480)، والحجم (200-500 KB)، ومعدل عرض الأطر (30 Frames per second)، واللاحقة حيث تم تحويل الفيديو الملتقط باللاحقة avi. إلى ما يناسب الفيديوهات لخبراء لغة الإشارة الموجودة باللاحقة .wmv. هذه القيم أخذت بناء على ما حدد في بعض الأبحاث التي تم إجرائها سابقاً في نفس المجال ولقد أعطت نتائج جيدة في دراستنا علماً أننا لم نتمكن من تحصيل نتيجة تعرف مقبولة عند إبقاء الفيديوهات دون معالجة.

وذلك لأن الفيديو الملتقط من الكاميرا يأتي بحجم أكبر وبمعدل عرض أقل وبأبعاد أصغر حسب دقة التصوير، بالتالي تأتي أهمية المعالجة من حيث التوافقية مع مكتبة معالجة الفيديو والصورة (OpenCV) ومن حيث السرعة في الأداء واستهلاك الذاكرة.

المخطط النهائي لآلية عمل البرنامج موضح بالشكل اللاحق (4-5) الذي يبين مراحل طريقتي تدريب الـ HMM المذكورة فيما سبق. بعد تطبيق إحدى طريقتي التدريب على ملفات الفيديو (مجموعة التدريب) نحصل على HMM مدرب يتم استخدامه للتعرف على فيديوهات الاختبار من مجموعة الاختبار والخرج الناتج يكون الكلمة المتعرف عليها بشكل مكتوب ومسموع بالإضافة إلى إظهار الفيديو التابع لها ممثل من قبل خبير لغة الإشارة لمعرفة التمثيل الصحيح للإشارة.



الشكل (4-5) مخطط آلية عمل البرنامج

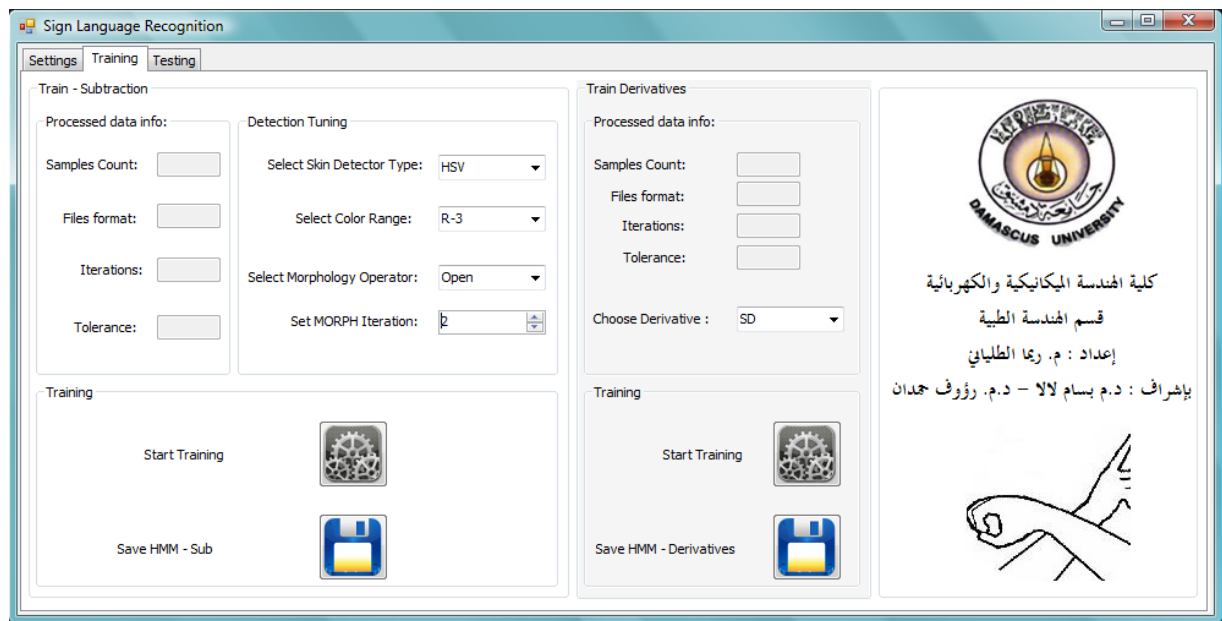
أما واجهات التخابط التي تم تصميمها في برنامجنا المكتوب بلغة C# لتنفيذ الخطوات المذكورة فيما سبق فهي كما يلي:

- 1- واجهة الإعدادات Settings : حيث يتم اختيار اعدادات عينات التدريب (نوع لاحقة ملفات الفيديو) ومسار الملف الذي يحوي عينات التدريب بالإضافة لتحديد المعاملات الخاصة بالـ HMM المستخدمة (Tolerance & Iterations):



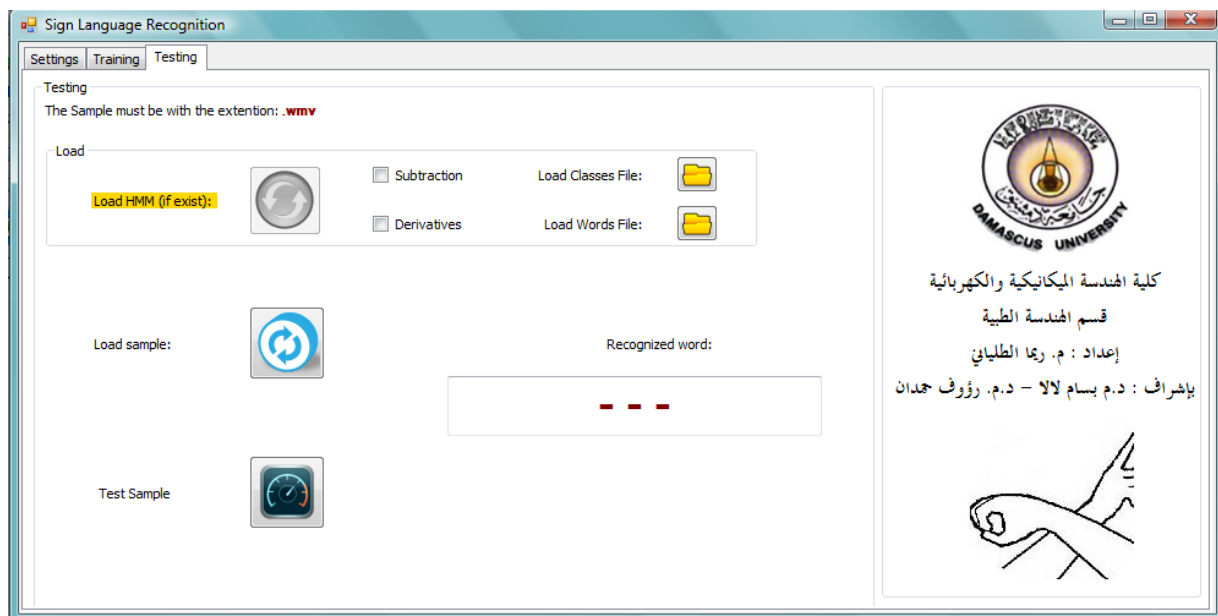
الشكل (4-6) واجهة التخابط الخاصة بالاعدادات

- 2- واجهة التدريب Training : حيث يتم اختيار المعاملات الخاصة بالتدريب في كلا الطريقتين بالإضافة إلى تنفيذ عملية التدريب وحفظ الـ HMM المدرب:



الشكل (4-7) واجهة التخطاطب الخاصة بالتدريب

3- واجهة الاختبار Testing : حيث يتم تحميل فيديو الاختبار والتعرف عليه واطهار النتيجة بالإضافة إلى اختيار أحد الـ HMMs المدربة والمخزنة :



الشكل (4-8) واجهة التخطاطب الخاصة بالاختبار

4-4) التقنيات المستخدمة:

كما يتضح من المخططات السابقة فلقد تم الاعتماد على العديد من التقنيات للوصول إلى هدف بحثنا، تفاصيل هذه التقنيات موضحة فيما يلي:

1-4-4) التعرف على الجلد (Skin Detection):

1-1-4-4) مقدمة:

تستخدم هذه التقنية في العديد من التطبيقات التي تتعلق بالتخاطب بين الإنسان والكمبيوتر أو باقتباس معلومات مباشرة من الوجه أو اليدين مثل التعرف على الوجه أو ملاحقة اليدين. وتعتمد هذه الطريقة على تطبيق مرشح على الصورة يقوم باستخراج جميع البكسلات المرشحة لأن تكون جلد إنسان. بالتالي يتم فصل مناطق جلد الإنسان عن باقي البكسلات الموجودة في الصورة.

يعتبر لون البشرة خاصة منخفضة المستوى Low Level Feature قوية وذلك للأسباب التالية:

- تميزيتها عالية.
- سريعة من حيث العمليات الحسابية.

من أقوى ميزات هذه الطريقة أنها قليلة التأثير بالتغيرات الهندسية مثل دوران اليد، الانزياح وحجم اليد في الصورة، وذلك لأن هذه التغيرات لا تغير بشكل مؤثر من المركبات اللونية إذا كانت الصورة مأخوذة ضمن إضاءة منتظمة. كما أن لون البشرة في أغلب الحالات يمكن تمييزه بسهولة عن المحيط.

إن نموذج البشرة يتعلق بشكل رئيسي بظروف الإضاءة. كما أن اختيار النموذج يتعلق أيضاً بعوامل أخرى مثل حساسية الكاميرا المستخدمة، الانعكاسات وإعدادات الكاميرا المستخدمة والفضاء اللوني المستخدم.

4-1-2-4 نماذج كشف البشرة الموجودة Skin Color Models:

توجد عدة نماذج نصنفها بحسب المعلومات المستخدمة من الصورة ضمن مجموعتين رئيسيتين هما الصورة الثابتة والفيديو.

1) نماذج الكشف في الصورة الثابتة:

بشكل عام يعتمد هذا النمط من الكشف إما على المعلومات الإحصائية لكل لون في الصورة أو على مجال تغيرات المركبات اللونية. يتم الحصول على المعلومات المطلوبة لكل طريقة باستخدام سلسلة تدريب تحتوي على عدد من صور البشرة.

تمتاز الطريقة الإحصائية بأنها تصنف بكسل من الصورة على أنه لون بشرية باحتمال محدد في حين أن طريقة المجالات تعطي بكسلات لون البشرة باحتمال ثابت وبكسلات غير البشرة باحتمال معدوم.

• الطريقة الإحصائية:

توجد طريقتين شائعتين هما:

أ. الهيستوغرام: ويحسب الهيستوغرام كما يلي: $P(C) = \frac{\text{count}[C]}{T_{Total}}$ (م. 4-1)

حيث C : هي المركبة اللونية

$\text{count}[C]$: عدد البكسلات التي تحوي هذه المركبة اللونية في الصورة.

T_{Total} : عدد البكسلات في الصورة.

الخوارزمية عبارة عن خطوتين: إدخال سلسلة تدريب تحتوي على صور للبشرة يتم حساب الهيستوغرام لها ومن ثم وضع العتبة المناسبة (العتبة هي مجال تغيرات احتمال كل مركبة لونية) وبعد ذلك يتم تصنيف كل بكسل بالاعتماد على الهيستوغرام.

ب. التوزيع الغاوسي المتعدد: يعرف هذا النموذج بالعلاقة التالية:

$$P(C; \mu, \Sigma) = \sum_{k=1}^n \alpha_k \frac{1}{\sqrt{(2\pi)^d |\Sigma_k|}} \exp[-0.5(C - \mu_k)^T \Sigma_k^{-1}(C - \mu_k)] \quad (\text{م. 4-2})$$

حيث

n هي عدد التوزيعات الغاوصية.

Σ هي مصفوفة التشتت.

μ هي الشعاع المتوسط.

d أبعاد مصفوفة التشتت.

من أجل توزيع غاوصي وحيد فإن $n = 1, d = 1$.

الخوارزمية أيضاً تتألف من مرحلتين مرحلة تدريب يتم فيها إيجاد الشعاع المتوسط ومصفوفة التشتت ووضع عتبة محددة، المرحلة الثانية هي مرحلة التصنيف بالاعتماد على العتبة التي تم تحديدها.

وفي كلا الطريقتين تُستخدم سلسلة التدريب في إيجاد تقريب لتوزيع لون البشرة.

لكن توجد عدة طرق إحصائية أخرى مثل Fuzzy-Based.

• طريقة مجال التغيرات:

في هذه الطريقة يتم إيجاد مجالات تغير المركبات اللونية للبشرة بالاعتماد على سلسلة تدريب وهنا قد تحتوي سلسلة التدريب على صور بشرة فقط أو صور بشرة وغير بشرة. بشكل عام، فإن هذه الطريقة تعتمد إما على جدول بحث Lookup table أو على عتبات Thresholds. حيث يحتوي جدول البحث على مجالات تغير المركبات اللونية. يتم تصنيف البكسل ضمن هذه الطريقة بفحص قيمة المركبة اللونية إن كانت تحقق الفرضية (أي تقع ضمن مجال محدد أو تتجاوز قيمة عتبة محددة).

تتأثر هذه الطريقة بشكل كبير بتغيرات الإضاءة لذلك يجب تنفيذ عملية تصحيح لوني قبل تنفيذها، الهدف من عملية التصحيح التقليل من تأثير تغيرات الإضاءة.

(2) نماذج الكشف في الفيديو:

يتم ضمن هذا النمط من النماذج تنفيذ عملية ملاحقة للأغراض التي تم كشفها، وتتم هذه العملية بطريقتين:

أ. **نموذج ثابت:** يعتبر هذا النموذج أن كل صورة من الفيديو هي صورة مستقلة عن غيرها ولا يأخذ بعين الاعتبار الترابط الموجود بين الصور المتلاحقة، ويتم تنفيذ نفس طرق الكشف في الصورة الثابتة.

ب. **نموذج متكيف:** يفترض هذا النموذج أن الخصائص (في حالتنا لون البشرة) المستخلصة من سلسلة متتابعة من الصور تتعلق ببعضها. فمن أجل كشف الوجه بالاعتماد على لون البشرة يتم تحديث النموذج الموضوع بشكل زمني Temporal وبشكل مكاني Spatial. فالتغيرات الضوئية قد تكون ممتدة على فترة زمنية أو موجودة في مكان في الصورة إلا أن الترابط بين صورتين متتاليتين يجعل من توزع اللون في البشرة بين صورتين متتاليتين يتغلب على هذه المشكلة. في هذه الطريقة يجب تحديد مجال زمني يتناسب مع حركة الوجه ونفترض فيه أن التغيرات في الإضاءة مهمة.

الطريقة الثانية مفيدة إذا كانت تغيرات الإضاءة أبطأ من سرعة حركة الوجه، فإن لم نكن ضمن هذه الشروط يجب علينا معالجة الفيديو على أنه سلسلة من الصور المستقلة، وبالتالي معالجة كل صورة على حدة. [23]

في مشروعنا، اعتمدنا على أن الفيديو عبارة عن نموذج ثابت واستخدمنا طريقة مجال التغيرات لكشف لون الجلد كما سيتوضح لاحقاً.

4-4-2) نمذجة الخلفية (Background Modeling):

4-4-2-1) تعريف الخلفية:

الخلفية Background: هي الصورة المستخدمة في أنظمة كشف الحركة لتحديد وجود حركة أم لا في بكسل محدد (الصورة التي تتم المقارنة معها)، أي بمعنى آخر الخلفية هي الصورة التي تحوي جميع المناطق الثابتة (التي تبدو ثابتة) من مجموعة صور متتالية (فيديو).

بناء على ما سبق يتبين أن معرفة الخلفية مهم جداً لأي نظام يحوي مرحلة كشف حركة Motion Detection، ذلك أن أي خطأ في صورة الخلفية سيؤدي إلى كشف خاطئ للحركة، وبالتالي لن يعمل النظام المعتمد على هذه المرحلة بشكل صحيح.

لن تبقى الخلفية ثابتة أثناء تتالي الصور (الفيديو)، إنما هناك الكثير من التغيرات التي يمكن أن تطرأ على الخلفية والتي يجب أخذها بعين الاعتبار عند بناء نموذج الخلفية. نذكر من هذه التغيرات: تغيرات الإضاءة، توقف بعض الأجسام المتحركة عن الحركة لوقت طويل (هذه الأجسام يجب أن تضاف إلى الخلفية وإلا أدى ذلك لكشف خاطئ للحركة)، الخ....

يتم بناء نموذج الخلفية عبر مرحلتين هما:

- تهيئة نموذج الخلفية Background Model Initialization: في هذه المرحلة يتم استنتاج صورة الخلفية من مجموعة متتالية من الصور (جزء من الفيديو).
- تجديد نموذج الخلفية Background Model Maintenance: في هذه المرحلة يتم إدخال بعض التعديلات على الخلفية بحيث تتأقلم مع التغيرات التي تحصل في الخلفية الحقيقية.

4-4-2-2) طرق تحصيل الخلفية المتبعة في نظم كشف الحركة:

تعتمد معظم أنظمة ملاحقة الحركة على ما يسمى بتقنية طرح الخلفية Background Subtraction من أجل كشف الحركة، تقوم الفكرة الأساسية لهذه التقنية على مقارنة الصورة الحالية مع صورة مرجعية

(الخلفية) بهدف تحديد الأجزاء المتحركة من أجل ملاحظتها، وتعتبر هذه التقنية من التقنيات الشائعة الاستخدام في أنظمة المراقبة وغيرها من أنظمة الملاحظة بالزمن الحقيقي.

لإجراء عملية طرح الخلفية لا بد من وجود نموذج للخلفية، هذا النموذج يتم الحصول عليه عبر مرحلتين: تهيئة نموذج الخلفية وتجديد نموذج الخلفية.

تتلخص مرحلة تهيئة نموذج الخلفية في استخلاص صورة الخلفية من عدد محدد من الأطر (الإطار frame هو صورة من تتالي الصور التي تشكل الفيديو). تستخدم صورة الخلفية الناتجة في تحديد مواقع الحركة ضمن كل إطار من المجموعة التالية من الأطر، في حين تستخدم مجموعة الأطر الجديدة في استخلاص صورة خلفية جديدة لتستخدمها المجموعة التالية، وهكذا...

توجد طرق مختلفة لإيجاد صورة الخلفية، وتختلف الصورة الناتجة باختلاف الطريقة المتبعة في استحصالها، حيث تختلف كل طريقة عن الأخرى في أسلوبها بتوقع قيمة الكثافة الضوئية لكل بكسل من الخلفية اعتماداً على قيم الكثافة الضوئية لهذا البكسل في متتالية التدريب Training Sequence (مجموعة الأطر المستخدمة في استخلاص صورة الخلفية). نعرض بعض الطرق المستخدمة في استحصال صورة الخلفية من عدد من الأطر مع ذكر مزايا وسيئات كل طريقة [10]:

- **طريقة الخلفية الثابتة Fixed Background:** تعتبر هذه الطريقة من أبسط الطرق المستخدمة في استحصال صورة الخلفية، حيث تفترض أن أول إطار من كل مجموعة من الأطر يمثل صورة الخلفية لهذه الأطر. من الواضح أن هذه الطريقة غير فعالة وذلك لافتراضها أن أول إطار من كل مجموعة لا يحوي أي جسم متحرك وهذا غير صحيح، حيث يمكن أن يكون الجسم ثابتاً ثم يتحرك مثال: مرآب السيارات حيث تكون السيارات متوقفة لفترة طويلة ثم تتحرك. تكون نسبة الكشف الخاطئ للحركة مرتفعة عند استعمال هذه الطريقة.

- **طريقة الإطار السابق Previous Frame:** وهي تحسين على الطريقة السابقة، حيث يعتبر الإطار الحالي صورة خلفية للإطار القادم. تستخدم هذه الطريقة عند وجود حركة مستمرة ذات سرعة متوسطة.

- **طريقة المتوسط الحسابي Mean:** تعتمد هذه الطريقة على التقاط عدد من الإطارات، ومن ثم حساب القيمة الوسطى للكثافة الضوئية لكل بكسل في الإطار، وتكون هذه القيمة هي قيمة البكسل الموافق من الخلفية. من أهم مساوئ هذه الطريقة حساسيتها للنقاط الشاذة.

- **طريقة الوسط Median:** هذه الطريقة متبعة في بعض نظم التعرف. تعتمد هذه الطريقة على حساب الوسط للقيم التي يأخذها كل بكسل من الصورة ضمن مجموعة الأطر. تنفذ هذه الطريقة كما يلي: يتم ترتيب القيم التي أخذها البكسل أثناء متتالية التدريب، نعتبر القيمة التي في المنتصف هي قيمة الكثافة الضوئية للبكسل المقابل من الخلفية. من أهم مشاكل هذه الطريقة: أنها بحاجة لتنفيذ عملية الترتيب لكل بكسل، وبالتالي يصعب تنفيذها في الأنظمة التي تتطلب معالجة بالزمن الحقيقي.

- **طريقة معدل الفائض الأعظم [13] Highest Redundancy Ratio (HRR):** تفترض هذه الطريقة أن قيمة الكثافة الضوئية لبكسل الخلفية هي القيمة الأكثر تكراراً أثناء متتالية التدريب. وهي من أفضل الطرق للاستخدام عند وجود خلفيات معقدة خارج إطار الغرفة مثل ملاحقة حركة الإنسان أو غيره من الأجسام المتحركة في الخارج والتي تتأثر بشكل كبير بالبيئة المحيطة ووقت التصوير وسرعة الرياح وغيرها من العوامل التي يتم معالجتها بالاعتماد على هذه الطريقة.

تفترض الكثير من الأنظمة القدرة على استخلاص صورة الخلفية من متتالية تدريب ذات عدد قليل نسبياً من الأطر التي لا تحتوي على أغراض متحركة، لكن من الواضح أنه لا يمكننا تأمين مثل هذه المجموعة وذلك لأننا لا نستطيع التحكم بالحركة بمكان المراقبة، لذلك كانت الحاجة لإيجاد طرق تحصيل الخلفية إنطلاقاً من متتالية تدريب تحوي أغراض متحركة.

بما أن مشروعنا يتناول ملاحقة حركة اليد عند تمثيل بعض كلمات لغة الإشارة العربية فقد اعتمدنا على طريقة الإطار السابق أي أن كل إطار هو خلفية للإطار الذي يليه لأن سرعة اليد متوسطة ليست بطيئة ولا سريعة وكذلك الخلفية غالباً ما تكون ثابتة وغير معقدة.

3-4-4) تقطيع الصورة (Image Segmntation):

تهدف عملية تقطيع الصورة إلى فصل صورة المقدمة Foreground Image. تمثل هذه الصورة مناطق الحركة، وهذه هي الخطوة الأولى في ملاحقة الأجسام والتعرف عليها، كما تفيد هذه المرحلة في عملية تجديد نموذج الخلفية. تقسم عملية تقطيع الصورة إلى مرحلتين وهي:

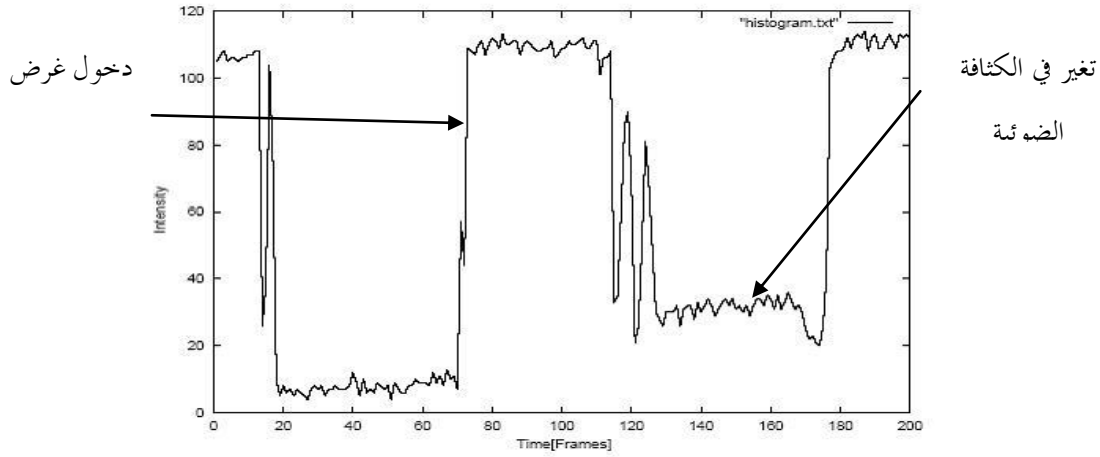
1. استخلاص مناطق الحركة: تتم هذه العملية بطرح الخلفية من الإطار الحالي.
2. تطبيق المعاملات المورفولوجية.

1-3-4-4) استخلاص مناطق الحركة:

يتم استخلاص مناطق الحركة باستخدام طريقة تدعى طريقة طرح الخلفية Background Subtraction، وهي طريقة شائعة الاستخدام في نظم الملاحقة Tracking Systems.

تقوم طريقة طرح الخلفية على طرح صورة الخلفية المعدلة مع الزمن (عبر مرحلة تجديد الخلفية) من صورة الإطار الحالي بكسل بكسل، فإذا كانت نتيجة الطرح كبيرة يعتبر البكسل منتبهاً إلى صورة المقدمة، أما إذا كانت نتيجة الطرح قريبة من الصفر يعتبر البكسل من الخلفية.

تمتاز هذه الطريقة بالبساطة والفاعلية وسهولة التطبيق، وهي مبنية على افتراض أن وجود حركة في بكسل (مرور جسم متحرك من هذا البكسل) سيسبب تغير كبير في قيمة الكثافة الضوئية لهذا البكسل، كما هو موضح في الشكل (4-9).



الشكل (4-9) تغيرات الكثافة الضوئية عند مرور جسم متحرك مع الزمن [10]

نلاحظ من الشكل السابق أن هناك بعض التغيرات في الكثافة الضوئية لا تُعبر عن وجود حركة وبالتالي يجب عدم اعتبارها مناطق حركة، من هنا تظهر الحاجة لتحديد عتبة Threshold، تفيد في فصل مناطق الحركة عن الخلفية بحيث تحد من ظهور المناطق الخاطئة (مناطق الضجيج) قدر الإمكان.

قدم التحليل الإحصائي لقيم الكثافة الضوئية لعينات الخلفية طريقة لنمذجة هذه القيم تعتمد على مزيج من التوزيعات الغوسية Gaussian Distributions، بناءً على ذلك يمكن فصل مناطق الحركة عن الخلفية بتحديد عتبة عند كل بكسل تساوي ضعف الانحراف المعياري (σ) المحسوب عند ذلك البكسل، وبالتالي إذا كانت القيمة الناتجة عن طرح بكسل الخلفية من البكسل الحالي أكبر أو تساوي هذه العتبة يعتبر البكسل من الغرض.

في حال اختيار العتبة مساوية للانحراف المعياري (σ) يزداد الضجيج في صورة الحركة بشكل ملحوظ، أما عند اختيار العتبة مساوية لـ 5σ يتم فقدان الكثير من عينات الحركة. لذلك يعتبر اختيار العتبة بين 2σ و 3σ حل وسط مناسب من الحالتين السابقتين.

في حال كانت المعطيات موزعة بشكل نظامي، عندها ستكون 99.7% من هذه قيمها المعطيات موزعة ضمن مجال $3*\sigma$ عن المتوسط. وبغض النظر عن توزيع المعطيات، فإنه حسب نظرية Tchebychev هناك 88.9% من المعطيات التي ستكون قيمها موزعة ضمن مجال $3*\sigma$ عن المتوسط.

تحتسب قيمة الانحراف المعياري عند كل بكسل بشكل تكراري مع مرور الزمن وفق المعادلة:

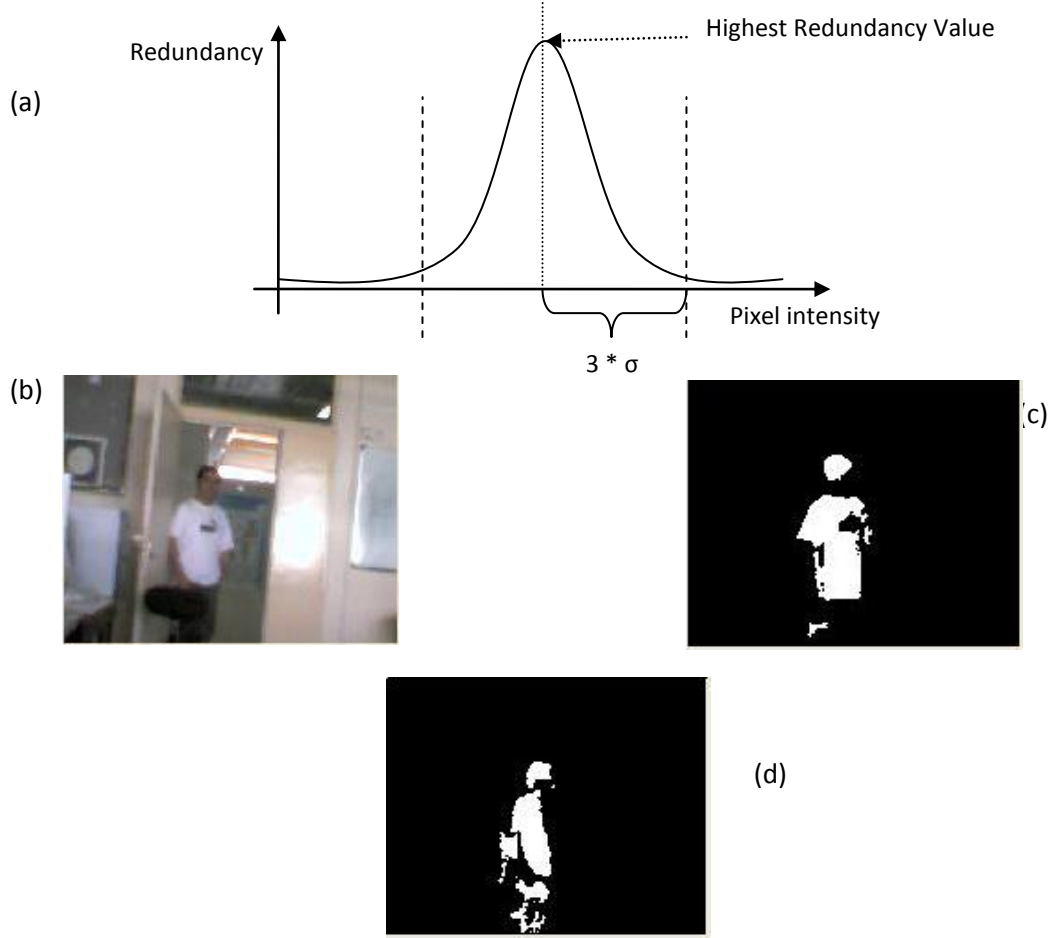
$$\begin{aligned} \sigma_0(x) &= 0 \\ \sigma_{n+1}(x) &= \alpha(F_{n+1}(x) - B_{n+1}(x)) + (1 - \alpha) * \sigma_n(x) \end{aligned} \quad (\text{م. 4-7})$$

حيث:

F_{n+1} : الإطار الحالي.

B_{n+1} : صورة الخلفية.

α : ثابت يحدد بحيث يحقق تحسن في أداء النظام.



الشكل (4-10) مثال على استحصال مناطق الحركة [13]

(a): توزع قيم الكثافة الضوئية لعينات الخلفية. (b) الصورة الأصلية. (c) مناطق الحركة المستحصلة باستخدام عتبة تساوي $2 * \sigma$. (d) مناطق الحركة المستحصلة باستخدام عتبة تساوي $5 * \sigma$.

يتم في هذه المرحلة تحويل الإطار الناتج من عملية الطرح إلى صورة ثنائية (تحويل اللونين الأبيض والأسود)، يأخذ البكسل اللون الأسود إذا كان ناتج طرح الخلفية منه أصغر من العتبة، واللون الأبيض فيما عدا ذلك. ولما كانت عملية الطرح تتم على الصورة بعد تحويلها إلى صورة ذات تدرج رمادي ولما كان التحويل من الترميز اللوني باستخدام الألوان الأزرق والأحمر والأخضر RGB فإن هذا التحويل ليس تقابلاً، بمعنى أنه توجد عدة تشكيلات لونية تعطي نفس الكثافة الضوئية، مثل هذه القيم

اللونية قد تظهر في الجسم المتحرك وتكون قيمة الكثافة الضوئية لها مساوية لتلك في الخلفية مما يؤدي إلى ظهور "ثقوب" في الجسم وهذا قد يؤدي إلى حدوث أخطاء في التعرف على الجسم وتحليل حركته، يمكن حل هذه المشكلة باستخدام المعاملات المورفولوجية.

4-3-2) تطبيق المعاملات المورفولوجية Morphology Operators:

تؤدي عملية طرح الخلفية في الصور إلى ظهور ثقوب في الجسم ستؤدي إلى كشف خاطئ للحواف وبالتالي إلى نتائج تعرف غير صحيحة. يكمن حل هذه المشكلة باستخدام عمليتي التمديد Dilation والحت Erosion.

تطبق المعاملات المورفولوجية عادة على الصورة الثنائية، وذلك باستخدام عنصر بناء ويتم تطبيق هذا العنصر على الصورة باستخدام إحدى المعاملات المعرفة على المجموعات (تقاطع، اجتماع، احتواء، إتمام). وتختلف نتيجة تطبيق العملية المورفولوجية على الصورة باختلاف شكل العنصر البناء، حيث يمكن أن يتضمن العنصر البناء بعض الخصائص التي تميز غرض ما.

عادة يكون حجم العنصر البناء هو 3×3 ويكون مركز إحداثياته هو مركزه، ثم يمرر هذا العنصر البناء على كل الصورة وعند كل بكسل تتم عملية مقارنة عينات الصورة المغطاة من قبل العنصر البناء مع عينات العنصر البناء، فإذا كانت عينات العنصر البناء مجموعة جزئية من عينات الصورة حسب العملية الثنائية المختارة يعدل بكسل الصورة المطابق لمركز العنصر البناء ليحوي قيمة معرفة مسبقاً (0 أو 1 في الصور الثنائية). لذلك لتطبيق عملية مورفولوجية على صورة نحن بحاجة لتحديد العنصر البناء بالإضافة إلى تحديد العملية الثنائية الواجب تطبيقها.

عادة تستخدم المعاملات المورفولوجية الأساسية عناصر بناء مكونة من مواقع تحوي الواحد أو مواقع فارغة (حيث تمثل المواقع الفارغة صفر أو واحد أي أن القيمة الموجودة فيها غير مهمة). هذه المعاملات، التي هي عبارة عن تركيب من الحت والتمديد، تستخدم عادة لاختيار أو إخماد بعض السمات لشكل محدد، مثلاً إزالة الضجيج من الصورة أو اختيار الأغراض ذات الاتجاه المحدد.

1. التمديد:

يعتبر التمديد أحد العمليتين الأساسيتين المستخدمتين في مجال المورفولوجيا الرياضية وهما الحت والتمديد، يطبق التمديد عادةً على الصور الثنائية، ولكن يمكن تطبيقه أيضاً على الصور المتدرجة الرمادي. يتلخص التأثير الأساسي لعملية التمديد في التوسيع التدريجي لحدود مناطق وجود الأغراض (العينات البيضاء غالباً) في الصورة، كنتيجة لذلك تحتل الأغراض في الصورة مساحةً أوسع بينما تصغر الثقوب (العينات السوداء) الموجودة ضمن هذه الأغراض.

تأخذ عملية التمديد عادةً كدخل كل من الصورة المراد تطبيق التمديد عليها، بالإضافة إلى مجموعة (عادة تكون صغيرة) من النقاط التي تمثل العنصر البناء (الذي يسمى كذلك النواة kernel). وهذا العنصر البناء هو الذي يحدد الأثر الفعلي الذي ستحدثه عملية التمديد على الصورة.

تعرف عملية التمديد على صورة ثنائية كما يلي: لنكن X هي مجموعة الإحداثيات الإقليدية المتعلقة بالصورة الثنائية التي سيتم تطبيق التمديد عليها، ولنكن K هي مجموعة الإحداثيات المتعلقة بالعنصر البناء. وليكن Kx هو التحويل المطبق على K بحيث ينطبق مركز إحداثياته على النقطة x . عندها يكون التمديد المطبق على X باستخدام K هو مجموعة كل النقاط x بحيث تكون المجموعة الناتجة عن تطبيق التقاطع بين Kx و X ليست خالية.

أما التعريف الرياضي لعملية التمديد على الصور المتدرجة فهو مطابق للتعريف السابق عدا الطريقة التي تشتق بها مجموعة الإحداثيات المرتبطة بصورة الدخل، علماً أن هذه الإحداثيات هي ثلاثية البعد وليست ثنائية البعد.

كمثال على عملية التمديد، لنفترض وجود عنصر بناء مربع بحجم 3×3 بحيث ينطبق مركز إحداثياته على مركزه كما هو موضح في الشكل (4-11)، لاحظ أنه في الشكل اللاحق تمثل نقاط الخلفية بالقيمة 0 بينما تمثل نقاط الغرض بالقيمة 1.

1	1	1
1	1	1
1	1	1

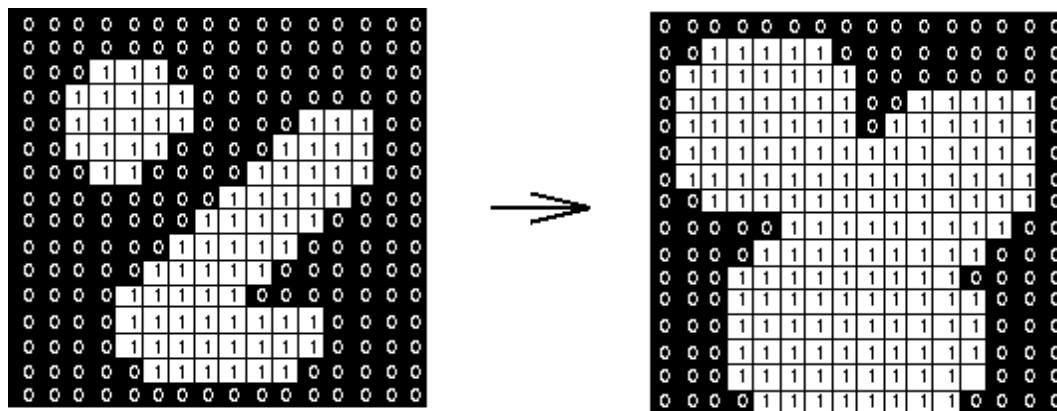
Set of coordinate points =

{ (-1, -1), (0, -1), (1, -1),
 (-1, 0), (0, 0), (1, 0),
 (-1, 1), (0, 1), (1, 1) }

الشكل (4-11) عنصر بناء مربع 3*3 [16]

لحساب ناتج تمديد صورة ثنائية باستخدام العنصر البناء السابق، سيتم تمرير العنصر البناء على الصورة من خلال تركيبه أي توزيع مركزه على كل بكسل أسود (بكسل ينتمي للخلفية وليس للغرض)، إذا تطابق أي من عينات العنصر البناء مع بكسل من الغرض في جزء الصورة المغطى بهذا العنصر، عندها يقلب البكسل المغطى من قبل مركز العنصر البناء ليكون بكسل من الغرض (من أسود إلى أبيض). أما في حال كان كل العينات تحت العنصر البناء منتمين إلى الخلفية، عندها لا يجرى أي تعديل على قيمة البكسل المغطى من قبل مركز العنصر البناء.

من أجل العنصر البناء الموضح في المثال السابق الشكل (4-11)، يكون أثر عملية التمديد هو قلب جميع العينات المنتمية إلى الخلفية والمجاورة لبكسل من الغرض لتصبح عينات من الغرض (في شبكة ثمانية أي كل بكسل يجاوره ثمانية عينات). وكنتيجة عملية لذلك تتوسع مساحة الأغراض على حساب الخلفية وتقلص مساحة الثقوب الموجودة داخل هذه الأغراض الشكل (4-12).



الشكل (4-12) أثر تطبيق التمديد باستخدام عنصر بناء مربع 3×3 [16]

2. الحت:

يتلخص التأثير الأساسي لعملية الحت في التآكل التدريجي لحدود مناطق وجود الأغراض (العينات البيضاء غالباً) في الصورة، كنتيجة لذلك تحتل الأغراض في الصورة مساحة أضيق بينما تكبر الثقوب (العينات السوداء) الموجودة ضمن هذه الأغراض.

تأخذ عملية الحت عادةً كدخل كل من الصورة المراد تطبيق الحت عليها، بالإضافة إلى مجموعة من النقاط التي تمثل العنصر البناء (الذي يسمى كذلك النواة kernel). وهذا العنصر البناء هو الذي يحدد الأثر الفعلي الذي ستحدثه عملية الحت على الصورة.

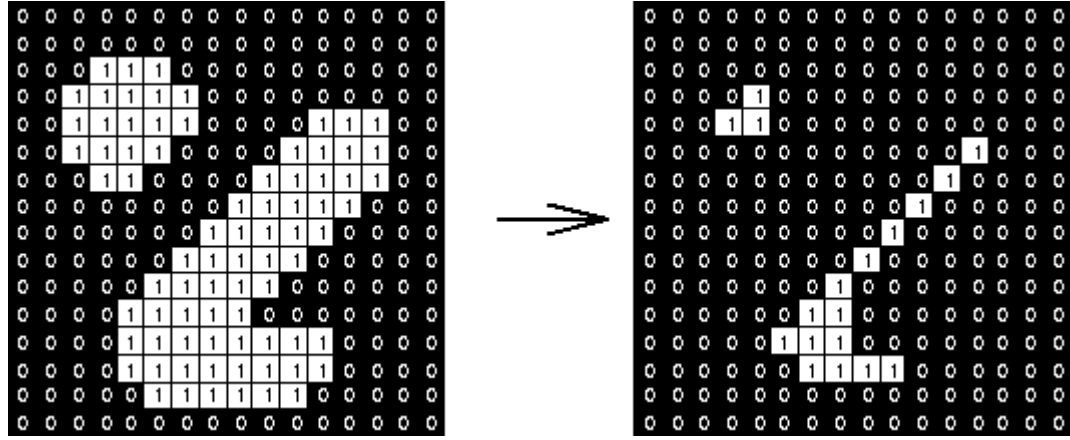
تعرف عملية الحت على صورة ثنائية كما يلي: لتكن X هي مجموعة الإحداثيات الإقليدية المتعلقة بالصورة الثنائية التي سيتم تطبيق الحت عليها، ولتكن K هي مجموعة الإحداثيات المتعلقة بالعنصر البناء. وليكن Kx هو التحويل المطبق على K بحيث ينطبق مركز إحداثياته على النقطة x . عندها يكون الحت المطبق على X باستخدام K هو مجموعة كل النقاط x بحيث تكون المجموعة الناتجة عن تطبيق التقاطع بين X و Kx ليست خالية.

أما التعريف الرياضي لعملية الحت على الصور متدرجة الرياضي فهو مطابق للتعريف السابق عدا الطريقة التي تشتق بها مجموعة الإحداثيات المرتبطة بالصورة الدخل، علماً أن هذه الإحداثيات هي ثلاثية البعد وليست ثنائية البعد.

كمثال على عملية الحت، لنفترض وجود عنصر بناء مربع بحجم 3×3 بحيث ينطبق مركز إحداثياته على مركزه.

لحساب ناتج حت صورة ثنائية باستخدام العنصر البناء السابق، سيتم تمرير العنصر البناء على الصورة من خلال تركيبه أي توضع مركزه على كل بكسل أبيض (بكسل ينتمي للأحد الأغراض وليس للخلفية)، إذا تطابق أي من عينات العنصر البناء مع بكسل من الخلفية في جزء الصورة المغطى بهذا العنصر، عندها يقلب البكسل المغطى من قبل مركز العنصر البناء ليصبح بكسل من الخلفية (من أبيض إلى أسود). أما في حال كان كل العينات تحت العنصر البناء منتميين إلى أغراض، عندها لا يجرى أي تعديل على قيمة البكسل المغطى من قبل مركز العنصر البناء.

من أجل العنصر البناء الموضح في المثال السابق الشكل (4-11)، يكون أثر عملية الحت هو قلب جميع العينات المنتمية إلى أحد الأغراض والمجاورة لبكسل من الخلفية لتصبح عينات من الخلفية (في شبكة ثمانية أي كل بكسل يجاوره ثمانية عينات). وكنتيمة عملية لذلك تتوسع مساحة الخلفية على حساب الأغراض وتزداد مساحة الثقوب الموجودة داخل هذه الأغراض الشكل (4-13).



الشكل (4-13) أثر تطبيق الحت باستخدام عنصر بناء مربع 3*3 [16]

يعتبر العنصر البناء المربع 3*3 من أكثر العناصر البناءة استخداماً في عملية الحت، ومع ذلك يمكن استخدام عناصر بناءة أخرى، مع ملاحظة أنه كلما كبر حجم العنصر البناء كلما أدى إلى الإفراط في تأثير الحت، ويمكن تحقيق نفس الأثر بتكرار عملية الحت باستخدام عنصر بناء مشابه للسابق ولكنه أصغر حجماً. عند استخدام عناصر بناءة كبيرة، فإنه من الرائج جعل شكل العنصر البناء قريباً من شكل القرص بدلاً من المربع. [16]

4-4-4 استخلاص الميزات المعتمدة على الشكل (Appearance-Based) :(Features)

يعتمد تعريف الميزات على الطرق الأساسية لمعالجة الصورة. حيث يتم استخلاص هذه الميزات من الصور. سوف نرمز بـ $X_t(m,n)$ لشدة البكسل (Pixel Intensity) عند الموقع (m,n) في الإطار t (frame).

التعتيب بالاعتماد على شدة لون الجلد (SIT (Skin Intensity Thresholding) :

استخدمنا التعتيب وفق شدة لون الجلد للتخلص من بيكسلات الخلفية. ولكن هذه العملية ليست عملية تقطيع بشكل كامل ولا يمكن الاعتماد عليها بسهولة لتتبع الأيدي لأن خرجها يحتوي على اليدين والوجه وبعض أجزاء ثياب ممثل الإشارة.

$$\tilde{x}_t(i) = \begin{cases} x_t(i) & : x_t(i) > \theta \\ 0 & : \text{otherwise} \end{cases} \quad (\text{م. 4-8})$$

حيث $\tilde{x}_t$ هو شعاع الميزة عند الزمن t باستخدام عتبة إضاءة θ .

المشتق الأول (FD (First Derivative) :

يقيس هذا المعامل معدل التغيير الحاصل بين الإطار اللاحق والإطار السابق ويرمز له $\hat{x}_t(i)$.

$$\hat{x}_t(i) = \tilde{x}_{t+1}(i) - \tilde{x}_{t-1}(i) \quad (\text{م. 4-9})$$

المشتق الأول الموجب (PFD (Positive First Derivative :

يحتوي هذا الشعاع المميز على القيم الموجبة من شعاع المشتق الأول. أي أنه يحتوي على معلومات بعض بيكسلات الصورة التي لا تنتمي إلى شدة الجلد في الإطار السابق ولكنها تنتمي لقيم شدة الجلد في الإطار اللاحق.

$$(م. 4-10) \quad \hat{x}_t(i) = \begin{cases} \tilde{x}_{t+1}(i) - \tilde{x}_{t-1}(i) & : \tilde{x}_{t+1}(i) - \tilde{x}_{t-1}(i) > 0 \\ 0 & : \text{Otherwise} \end{cases}$$

المشتق الأول السالب (NFD (Negative First Derivative :

بعكس شعاع PFD ، يدل الشعاع المميز NFD عند الزمن t على أن شدة البيكسل تنخفض. أي أنه يحتوي على معلومات بعض بيكسلات الصورة التي تنتمي إلى قيم شدة الجلد في الإطار السابق ولكن في الإطار اللاحق تغادر أيدي ووجه ممثل الإشارة (signer) تلك المنطقة وبالتالي لا تنتمي لقيم شدة الجلد.

$$(م. 4-11) \quad \hat{x}_t(i) = \begin{cases} \tilde{x}_{t+1}(i) - \tilde{x}_{t-1}(i) & : \tilde{x}_{t+1}(i) - \tilde{x}_{t-1}(i) < 0 \\ 0 & : \text{Otherwise} \end{cases}$$

المشتق الأول بالقيمة المطلقة (AFD (Absolute First Derivative :

يحتوي هذا الشعاع على المعلومات المشتركة بين أشعة PFD و NFD وذلك باستخدام القيمة المطلقة لصور الاختلاف المؤقت.

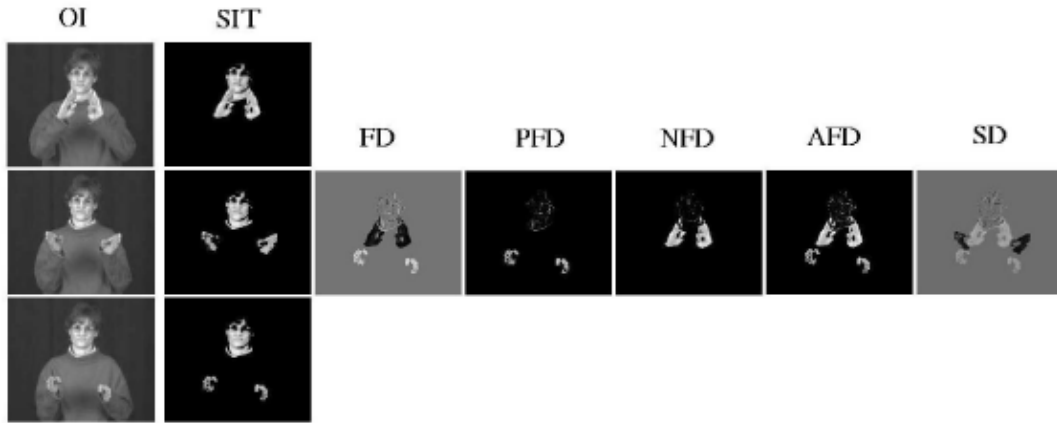
$$(م. 4-12) \quad \hat{x}_t(i) = |\tilde{x}_{t+1}(i) - \tilde{x}_{t-1}(i)|$$

المشتق الثاني (SD (Second Derivative :

يمكن إيجاد المعلومات المتعلقة بتسارع التغيرات أو الحركات في الشعاع المميز SD.

$$\hat{x}_t(i) = \tilde{x}_{t+1}(i) - 2.\tilde{x}_t(i) + \tilde{x}_{t-1}(i) \quad (\text{م. 4-13})$$

لقد طبقنا تعتيب شدة الجلد على الإطارات الأساسية ومن ثم استخلصنا أشعة الاشتقاق المميزة. يوضح الشكل (4-14) بعض الأمثلة على الميزات بعد المعالجة. يمكن ربط الأشعة المميزة المعرفة أعلاه من أجل الحصول على أشعة مميزة جديدة بمعلومات أكثر. [30]



الشكل (4-14) أمثلة عن الميزات المعتمدة على الشكل [30]

4-4-5) نموذج ماركوف المخفي (HMM):

4-4-5-1) مقدمة:

يعرف التعلم الآلي بأنه أحد فروع الذكاء الصناعي الذي يهتم بتصميم وتطوير الخوارزميات والتقنيات التي تسمح للحاسوب بامتلاك خاصية التعلم. فهو يجعل الحاسوب يتعلم كيفية حل المشاكل بنفسه وذلك يتم إما بالتعلم من اكتساب الخبرات السابقة أو من خلال تحليل الحلول الصحيحة واستنباط طريقة الحل منها أو حتى من التعلم من خلال الأمثلة. وذلك عن طريق دراسة لخوارزميات الحاسوب والتي تتحسن تلقائياً خلال التجربة.

يتضمن التعلم الآلي عدداً كبيراً من حقول التطبيقات مثل معالجة اللغات الطبيعية، تمييز الأنماط، محركات البحث، التشخيص الطبي، المعلوماتية الحيوية، تمييز الكلام والكتابة والإيماءات.

تعد نماذج ماركوف المخفية أحد تقنيات الذكاء الصناعي، وهي عبارة عن عمليات عشوائية تتمتع بأن حالتها في المستقبل لا تعتمد على حالتها في الماضي بشرط معرفة حالتها في الحاضر.

تحتل نظرية عمليات ماركوف مكانة كبيرة وهامة جداً في نظرية العمليات العشوائية. تعزز هذه المكانة تعدد التطبيقات التي تتمتع بها عمليات ماركوف في النماذج الفيزيائية والبيولوجية وعلم الاجتماع والهندسة وعلم الإدارة بالإضافة إلى تطبيقاتها المتعددة في الكثير من النماذج الإحصائية والهندسية وفي نظرية الموثوقية.

عادةً يتم تفسير سلسلة ماركوف على أنها عبارة عن متتابعة من الحالات التي يمكن أن يكون فيها نظام ما عند أي لحظة زمنية t ، أو متتابعة من المواضع التي يحتلها جسيم متحرك.

4-4-5-2) التعريف الرياضي لسلسلة ماركوف:

تسمى العملية العشوائية $\{X_n : n \in T\}$ سلسلة ماركوف Markov chain إذا تحققت الشروط
الثلاث التالية:

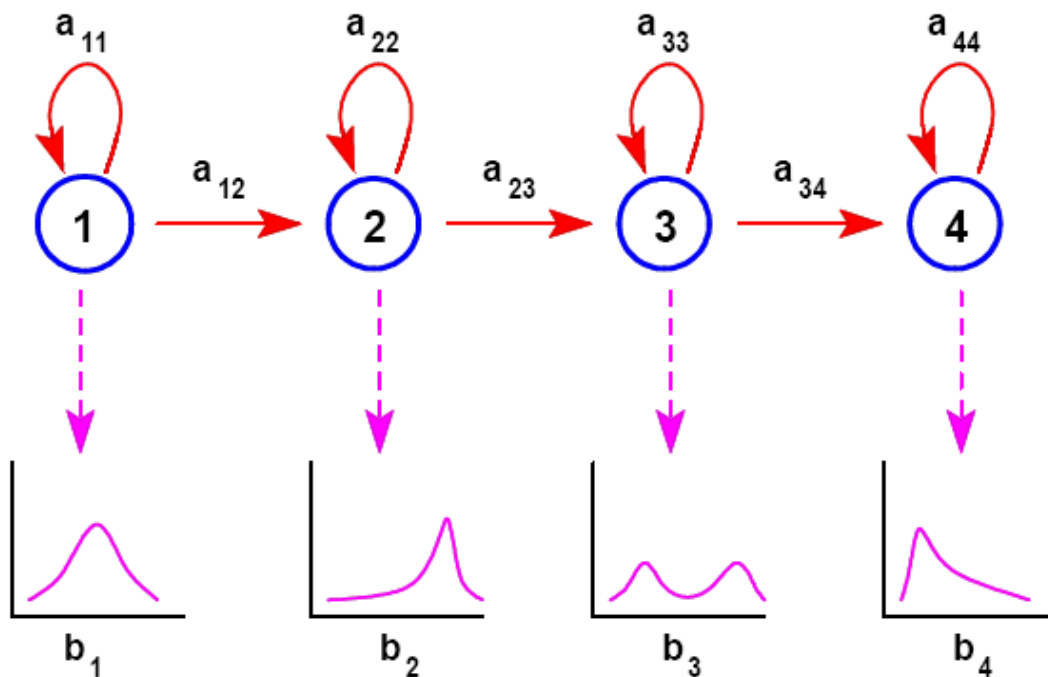
1. فضاء الحالة لهذه العملية يكون منفصل (منفصلة الحالة).

2. فضاء المعلمة لهذه العملية يكون منفصل (منفصلة الزمن).

3. تحقق هذه العملية خاصية ماركوف:

$$P(X_{n+1} = j | X_n = i, X_{n-1} = i_{n-1}, \dots, X_1 = i_1) = P(X_{n+1} = j | X_n = i) \quad (م. 4-14)$$

ومن ثم فإن سلسلة ماركوف $\{X_n : n \in T\}$ تكون عبارة عن عملية ماركوف، بمعنى أن قيمة المتغير العشوائي X_{n+1} تعتمد فقط على قيمة X_n ولا تتأثر بقيم المتغيرات $X_1, X_2, \dots, X_{n-1}$ ، وأن فضاء المعلمة (الزمن) لها يكون منفصل أما فضاء الحالة فيكون منفصل منتهي (محدود) أو غير منتهي ولكنه قابل للعد.



الشكل (4-15) تمثيل أحد نماذج ماركوف المخفية [11]

هذا النموذج يتألف من أربع حالات. كل حالة z لها توزيعين مترابطين، الأول هو مجموعة احتمالات انتقال $a_{jn} | n$ {حالة في النموذج} والذي يعرف احتمال الانتقال إلى حالات أخرى. والثاني هو تابع كثافة احتمال الخرج b_j الذي يصف الخرج الذي تنتجه الحالة.

تعد نماذج ماركوف المخفية أداة إحصائية قوية تستخدم لنمذجة العمليات التي تتغير مع مرور الزمن، فهي تساعد على ملاحظة مجموعة من الأحداث المخفية وإيجاد احتمال وقوعها، اعتماداً على مجموعة من الأحداث التي تمت ملاحظتها مسبقاً، ولقد استخدمت نماذج ماركوف في العديد من المجالات كالتعرف على النماذج "الصوت والصورة" وفي مجال المعلوماتية الحيوية كالتنبؤ بنوع الصبغيات ضمن متتالية DNA.

يتم التعبير عن نماذج ماركوف المخفية باستخدام العناصر التالية:

- N: عدد حالات (States) النموذج $S = \{1, 2, 3, \dots, N\}$
- M: عدد رموز الملاحظات (V) $V = \{v_1, v_2, \dots, v_M\}$
- π : يمثل شعاع التوزيع المبدئي للحالات ويعطى بـ:
 $\pi = \{\pi_i\}, \pi = P[q_1 = i], 1 \leq i \leq N$
- A: مصفوفة الانتقال الاحتمالية (Transition Matrix) وهي تمثل احتمال الانتقال من الحالة i إلى الحالة j خلال وحدة زمنية واحدة (خطوة واحدة).
وتعطى بـ:

$$A = \{a_{ij}\}, a_{ij} = P[q_{t+1} = j | q_t = i], 1 \leq i, j \leq N$$

حيث $q_t = i$ تمثل الحالة i خلال الزمن t.

- B: مصفوفة التوزيع الاحتمالي لرموز الملاحظات (Observation Symbol Probability Distribution) وهي تمثل احتمال مشاهدة الرمز V_K في الحالة j.

$$B = \{b_j(k)\}, b_j(k) = P[o_t = v_k | q_t = j], 1 \leq k \leq M, 1 \leq j \leq N$$

حيث: o_t تمثل ملاحظة رمز i خلال الزمن t.

المعضلات الثلاثة لنماذج ماركوف المخفية:

تستخدم نماذج ماركوف لحل ثلاث معضلات أساسية:

• المعضلة الأولى:

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda = (A, B, \pi)$ ومتتالية من الملاحظات $O = O_1, O_2, \dots, O_T$

كيف يتم حساب $P(O | \lambda)$ ؟ من أجل تحديد الاحتمال الأعظمي (Likelihood) لـ O.

الحل: استخدام خوارزمية الـ Forward أو الـ Backword.

• **المعضلة الثانية:**

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda = (A, B, \pi)$ كيف يتم اختيار متتالية الحالات $I = i_1, i_2, \dots, i_T$ بحيث يتم تعظيم $P(O | \lambda)$ الاحتمال الترابطي لمتتالية الملاحظات ومتتالية الحالات.
الحل: استخدام خوارزمية Viterbi.

• **المعضلة الثالثة:**

بإعطاء نموذج ماركوف التالي $\lambda = (A, B, \pi)$ كيف يتم تسوية البارامترات A و B و π للنموذج، بحيث يتم تعظيم $P(O, I | \lambda)$ و $P(O, I | \lambda)$. هذه المعضلة تمثل مرحلة التعليم الـ HMM.
الحل: استخدام خوارزمية العنقدة k-means و/أو خوارزمية Baum-Welsh.

4-4-3 خوارزمية الأمام (Forward Algorithm):

تدعى هذه الخوارزمية أيضاً بـ α -pass. وتعطى المتحولات الأمامية (Forward Variables) بـ:

$$\alpha_t(i) = P(O_1, O_2, \dots, O_t, i_t = i | \lambda) \quad (\text{م. 4-15})$$

يمثل الشعاع $\alpha_t(i)$ الاحتمال الجزئي لسلسلة من الملاحظات الخالية في الحالة i خلال الزمن t وباستخدام نموذج ماركوف المخفي λ .

ويتم حساب $P(O | \lambda)$ باستخدام الخطوات التالية:

$$1. \alpha_t(i) = \pi_i b_i(O_1), \quad 1 \leq i \leq N$$

$$2. \text{For } t = 1, 2, \dots, T-1, 1 \leq j \leq N \\ \alpha_{t+1}(j) = \left[\sum_{i=1}^N \alpha_t(i) a_{ij} \right] b_j(O_{t+1})$$

$$3. P(O | \lambda) = \sum_{i=1}^N \alpha_t(i)$$

4-4-5-4 خوارزمية الخلف (Backward Algorithm):

تدعى هذه الخوارزمية أيضاً بـ β -pass. وتعطى المتحولات الخلفية (Backward Variables) بـ $\beta_t(i)$ وتعرف بأنها احتمال متتالية الملاحظات من $t + 1$ إلى T في الحالة i وفي الزمن t بالنسبة إلى النموذج λ .

$$\beta_t(i) = P(O_{t+1}, O_{t+2}, \dots, O_T | i_t = i, \lambda) \quad (\text{م. 4-16})$$

ويتم حساب $P(O | \lambda)$ باستخدام الخطوات التالية:

$$1. \beta_t(i) = 1, 1 \leq i \leq N$$

$$2. \text{For } t = T-1, T-2, \dots, 1, 1 \leq i \leq N$$

$$3. \beta_t(i) = \sum_{j=1}^N \beta_{t+1}(j) \alpha_{ij} b_j(O_{t+1})$$

4-4-5-5 خوارزمية Viterbi:

تعد هذه الخوارزمية من إحدى خوارزميات البرمجة الديناميكية وتستخدم من أجل إيجاد أفضل متتالية من الحالات موجودة ضمن نموذج HMM، وتحدد بالخطوات التالية:

$$1. P(O, I | \lambda) = P(O | I, \lambda) P(I | \lambda) \quad (\text{م. 4-16})$$

$$\pi_{i1} = b_{i1}(O_1) a_{i1,i2} b_{i2}(O_2) \dots a_{iT-1,iT} b_{iT}(O_T)$$

2. حساب تابع الكلفة U (Cost Function):

$$(\text{م. 4-17}) \quad U(i_1, i_2, \dots, i_t) = -[\ln(\pi_{i1} b_{i1}(O_1)) + \sum_{t=2}^T \ln(a_{i_{t-1}i_t} b_{i_t}(O_t))]$$

أي $P(O | I, \lambda)$ يمكن أن يحسب كما يلي: $P(O | I, \lambda) = \exp(-U(i_1, i_2, \dots, i_t))$

3. فتحسب أفضل متتالية من الحالات حسب المعادلة التالية: $\min U(i_1, i_2, \dots, i_t)$

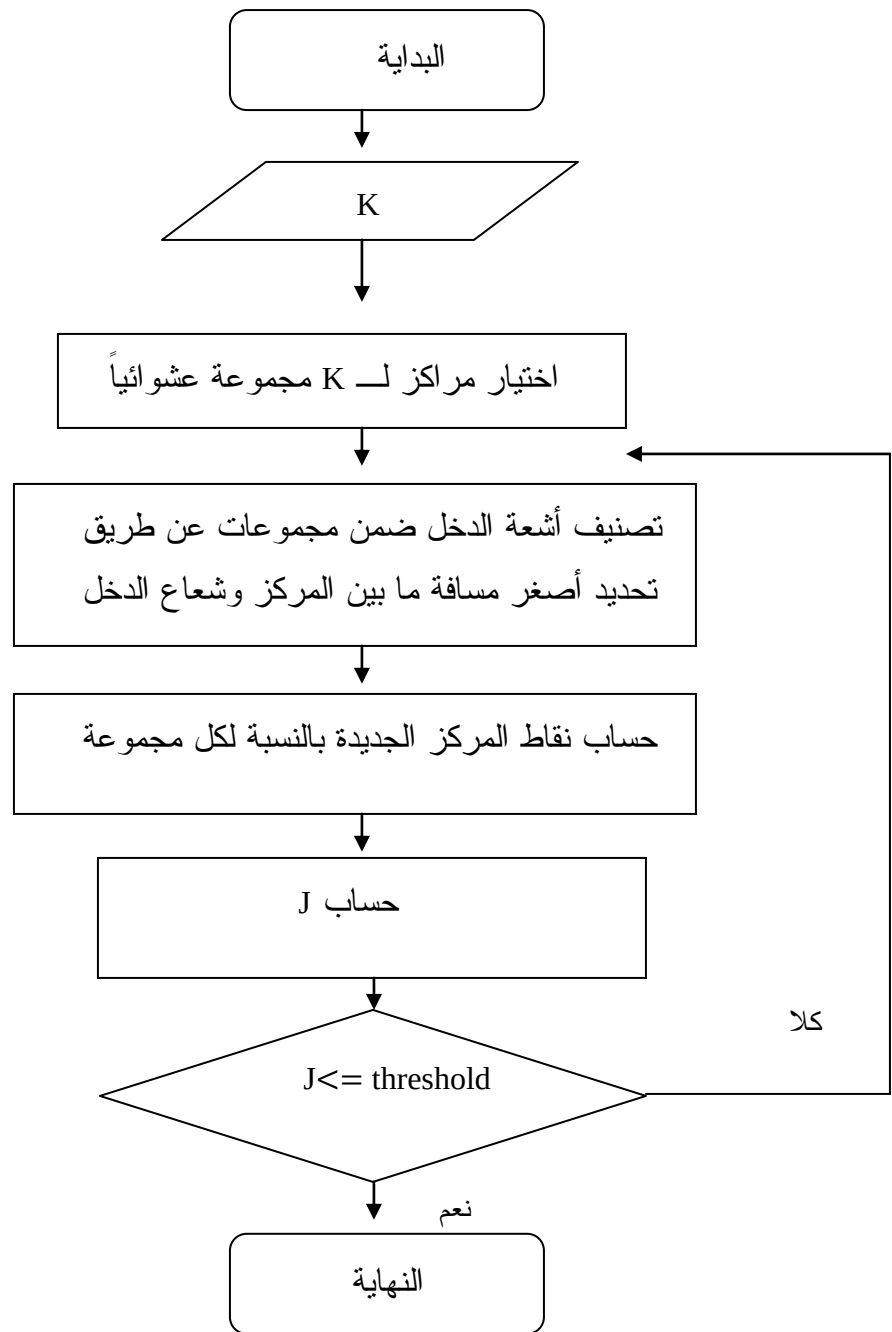
4-4-5-6 خوارزمية العنقدة K-means المتقطعة) The Segmented K-means (Algorithm):

تعد خوارزمية K-means من أبسط خوارزميات العنقدة (Clustering) من دون الإشراف، حيث أنها تقوم بتصنيف البيانات في مجموعات عددها يتم تحديده مسبقاً من قبل المستخدم.

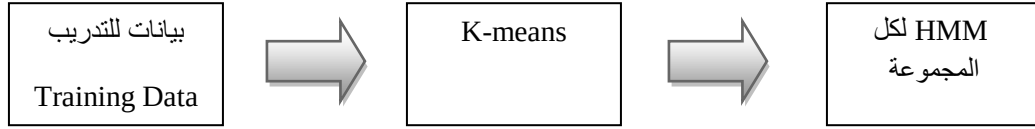
تكمن الفكرة الأساسية لهذه الخوارزمية في الاختيار الأمثل لنقاط المركز لكل مجموعة والتي عددها K، لأنها تؤثر على النتيجة النهائية لعملية التصنيف، ففي البداية يتم اختيارها بشكل عشوائي، ومن ثم يتم تخصيص كل نقطة (شعاع دخل) موجودة في مجموعة البيانات إلى أقرب مركز لها، بعد ذلك يتم حساب مرة أخرى نقاط المراكز الجديدة لكل مجموعة ويتم أيضاً إعادة تخصيص كل نقطة موجودة في مجموعة البيانات إلى أقرب مركز لها. يتم تكرار هذه العملية عدة مرات إلى أن تستقر ولا تتغير نقاط المركز لكل مجموعة، وبهذا يتم الوصول إلى نقاط المركز المثلى. تهدف هذه الخوارزمية إلى إيجاد أصغر مسافة $\|x_i^{(j)} - c_j\|^2$ ما بين نقطة ما $x_i^{(j)}$ ومركز أي مجموعة c_j بهدف اعتبارها من ضمن المجموعة وذلك باستخدام التابع التالي:

$$J = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^x \|x_i^{(j)} - c_j\|^2 \quad (\text{م. 4-18})$$

يعكس الشكل (16-4) المخطط المنهجي لخوارزمية التجميع K-means. ويتم إنشاء نموذج ماركوف مخفي لكل مجموعة كما هو مبين في الشكل (17-4).



الشكل (16-4) المخطط المنهجي لـ K-means [11]



الشكل (4-17) تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية العنقدة K-means [11]

4-4-5-7 خوارزمية باوم ويلش (Baum-Welsh Algorithm):

يتم تدريب نماذج ماركوف المخفية باستخدام خوارزمية Baum-Welsh والتي تعطى بالخطوات التالية:

1. تهيئة النموذج $\lambda = (A, B, \pi)$
2. حساب $\alpha_t(i)$.
3. حساب $\beta_t(i)$.
4. حساب $\xi_t(i, j)$ والتي تمثل احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t والانتقال من الحالة j خلال الزمن $t+1$ لمتتالية الملاحظات $O = O_1, O_2, \dots, O_T$ ولنموذج $\lambda = (A, B, \pi)$.

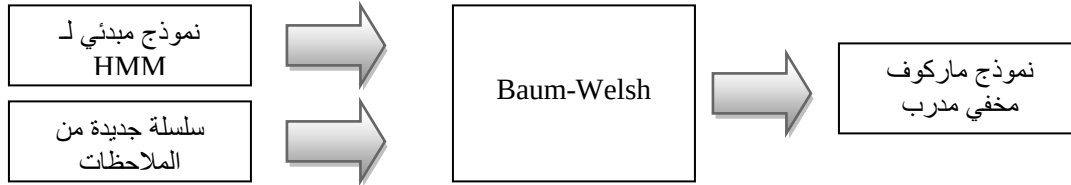
$$\xi_t(i, j) = P(i, i_{t+1} = j \mid O, \lambda) = \frac{\alpha_t(i) a_{ij} b_j(O_{t+1}) \beta_{t+1}(j)}{P(O \mid \lambda)} \quad (\text{م. 4-19})$$
5. حساب $\gamma_t(i, j)$ والتي تمثل احتمال الوجود في الحالة i خلال الزمن t لمتتالية الملاحظات $O = O_1, O_2, \dots, O_T$ ولنموذج $\lambda = (A, B, \pi)$.

$$\gamma_t(i) = P(i_t = i \mid O, \lambda) = \frac{\alpha_t(i) \beta_t(i)}{P(O \mid \lambda)} \quad (\text{م. 4-20})$$
6. تحديث بارامترات (A, B, π) لكل نموذج حسب المعادلات التالية:

$$\hat{\pi}_i = \gamma_t(i), \quad 1 \leq i \leq N$$

7. حيث تمثل $\sum_{t=1}^{T-1} \gamma_t(i)$ العدد المتوقع للانتقال من الحالة i ، بينما تمثل $\sum_{t=1}^{T-1} \xi_t(i, j)$ العدد المتوقع للانتقال من الحالة i إلى الحالة j .
8. إذا ازدادت قيمة $P(O|\lambda)$ و $\hat{\lambda} = \lambda$ عندئذ اذهب إلى الخطوة 10.
9. عندما يكون $P(O|\hat{\lambda}) > P(O|\lambda)$ يدل على أنه تم تحسين النموذج وفي الحالة المغايرة يتم تكرار الخطوات من 1 إلى 8.
10. النهاية.

يعكس الشكل اللاحق عملية تدريب نماذج ماركوف المخفية.



الشكل (4-18) تدريب نماذج ماركوف باستخدام خوارزمية Baum-Welsh [11]

4-4-5-8 تطبيقات سلاسل ماركوف:

1- في العلوم الفيزيائية : تظهر أنظمة ماركوف بشكل واضح في الفيزياء من خلال ظاهرة القصور الحراري وانتثار الغازات وبشكل خاص في الميكانيك الاحصائي .

2- الاختبارات : العديد من النظريات قد طبقت على فكرة اختبارات إحصائية بسلاسل ماركوف وهي عملية لتجميع سلاسل ماركوف لتشكيل ما يعرف بـ Markov blanket مرتبة هذه السلاسل بطبقات متعددة ومتعاقبة وبالنتيجة إعطاء مجموعات من الاختبارات (عينات) كبديل للاختبارات الشاملة .

3 - نظرية الصفوف : حيث يمكن استخدام سلاسل ماركوف لإعطاء نماذج العمليات المختلفة في نظرية الصفوف والاحصاء . كما أن أنظمة الهواتف الخليوية في العالم تعتمد على خوارزمية فيتربي من أجل خطأ التصحيح بينما نماذج ماركوف المخفية تستخدم بكثافة في التعرف الكلامي وهي إمكانية إدخال البيانات شفهيًا .

4 - تطبيقات الانترنت : إن ترتيب الصفحة في صفحات الويب كما هو مستخدم في الـ Google وهو موقع غني عن التعريف معرّف بواسطة سلاسل ماركوف.

5 - العلوم الإحصائية : أصبحت أيضاً طرق سلاسل ماركوف مهمة جداً لتوليد متتاليات من الأعداد العشوائية لكي تعكس بدقة توزيعات احتمالية معقدة مطلوبة.

6 - الرياضيات الحيوية : لسلاسل ماركوف تطبيقات عديدة مثل عمليات التعداد السكاني .

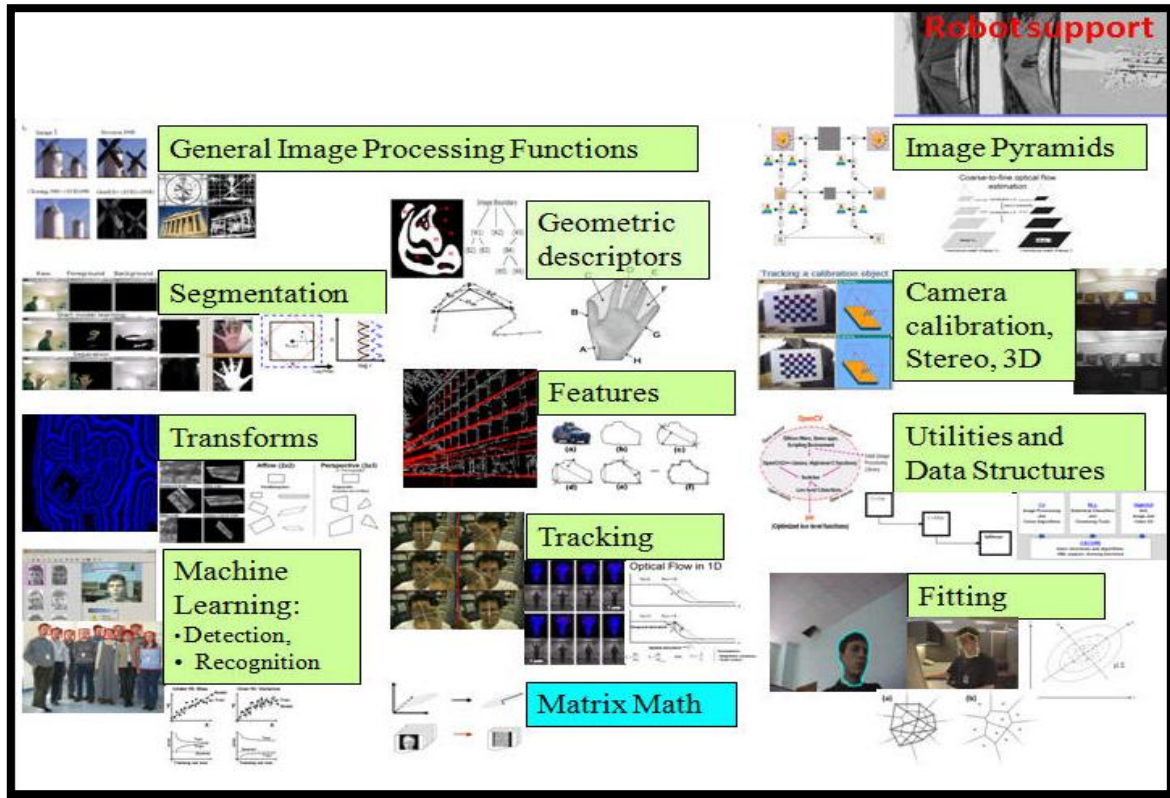
7 - ألعاب الحظ (Gambling) : كذلك تستخدم سلاسل ماركوف لنمذجة العديد من ألعاب الحظ كمثال عنها : ألعاب الأطفال Snakes & Ladders أو ما يعرف بالثعبان والسلالم وكذلك لعبة Hi-Ho ! cherry كمثال يمثل بواسطة سلاسل ماركوف حيث أنه في كل دور يبدأ اللاعب من حالة معطاة (على مربع معطى) ومن هناك فإن له عدد فردي من الخطوات الثابتة لبقية الحالات الأخرى (المربعات).

8 - الموسيقى : تم توظيف سلاسل ماركوف في خوارزمية التأليف الموسيقي وبشكل خاص في القسم البرمجي لبعض البرامج مثل Max أو Csound . [11]

6-4-4 المكتبة الخاصة بتوابع معالجة الصورة EMGU:

1-6-4-4 مقدمة:

OpenCV مكتبة متخصصة في الإبصار الحاسوبي ومعالجة الصور، تتميز بأنها مفتوحة المصدر وتعمل على أنظمة Linux و Windows و Mac ولقد تم كتابتها بلغة C / C++ وتدعم أيضا لغات أخرى Python و Ruby و Matlab . تركز المكتبة على تطبيقات الزمن الحقيقي وتتميز بسهولة استخدامها وإمكانية كتابة برامج كاملة عن طريقها وفي وقت قصير. وتتوفر للمكتبة أكثر من خمسمائة دالة تغطي مساحات عديدة للرؤية تشمل معالجة الصور القادمة من الكاميرا مباشرة وتحديد الألوان والأجسام وفحص المنتج والتصوير الطبي ومعايرة الكاميرا والروبوتات...الخ. والشكل (4-19) يبين مجالات استخدام OPEN CV.



الشكل (4-19) مجالات استخدام OPEN CV [35]

كما ذكرنا، تدعم OpenCV العديد من لغات البرمجة، ولكن من أجل استخدامها ضمن اللغات الغير مدعومة مثل الـ C# يجب استخدام المعرف (wrapper). تعتبر Emgu CV أحد المعرفين المتميزين بسهولة الاستخدام اذ تقدم Emgu CV واجهة تخاطب بين الـ OpenCV و C#. إن استخدام Emgu CV هو أسهل فعلياً من استخدام OpenCV بحد ذاته. وتسمح Emgu CV بأن يتم استدعاء توابع OpenCV من خلال اللغات المتوافقة مع بيئة .NET. مثل C#، VB، ++VC، IronPython [35]

جدول (4-2) مقارنة بين الإصدارات المختلفة للـ EMGU CV [35]

Name	Emgu CV (Open Source)	Emgu CV (Commercial Optimized)	Emgu CV for Android	Emgu CV for iOS
OS	Windows, Linux	Windows	Android	iOS (iPhone, iPad, iPod Touch)
Supported CPU Architecture	i386, x64	i386, x64	armeabi, armeabi-v7a	arm-v7, i386 (Simulator)
GPU Processing	✓	✓	X	X
Machine Learning	✓	✓	✓	✓
Tesseract OCR	✓	✓	✓	✓
Intel TBB (multi-thread)	X	✓	X	X
Intel IPP (high	X	✓	X	X
Intel C++ Compiler	X	✓	X	X
Exception Handling	✓	✓	✓	✓
Debugger Visualizer	✓	✓	X	X
Emgu.CV.UI	✓	✓	X	X
License	GPL	Commercial License	Commercial License	Commercial License

4-4-6-2) التوابيع المستخدمة:

بالنسبة للتوابيع الأساسية المستخدمة في بحثنا من هذه المكتبة فهي:

أولاً - تطبيق المعامل المورفولوجي على الصورة:

```
CvInvoke.cvMorphologyEx(currentFrameCopy, MorphedImg, tmpImg, IntPtr.Zero,  
MorphOP, MorphIterations);
```

عن طريق الدالة السابقة يتم تطبيق المعامل المورفولوجي على الصورة currentFrameCopy وتخزين الناتج في الصورة MorphedImg أما الصورة tmpImg فتستخدم كصورة مؤقتة لإجراء حسابات جانبية.

MorphOP: تمثل نوع التأثير المورفولوجي المطبق على الصورة (Open/Close ..)

MorphIterations: تمثل عدد مرات تطبيق التأثير المورفولوجي على الصورة.

خرج هذه المرحلة هو الصورة المعدلة مورفولوجياً.

ثانياً - تطبيق فلتر لون البشرة (Skin Detection) :

يتم ذلك عن طريق استخدام المجال اللوني المناسب ، اذ لدينا طريقتان لحصر مجال الألوان :

أ. YCC:

حيث Y تمثل شدة الضوء و $C = C_r$ ، $C = C_b$ على الترتيب تعني شدة اللون الأحمر والأزرق نسبة لشدة اللون الأخضر.

YCC هو مجال لوني يستخدم في معالجة الصورة والفيديو الرقمية وهو شبيه بالمجال RGB ولكن له مجالات خاصة به، ومن خلال التجارب وجد أن القيم الأكثر استخداماً لكشف لون الجلد هي:

```
YCrCb_min = new Ycc(0, 131, 80);  
YCrCb_max = new Ycc(255, 185, 135);
```

ب. HSV:

H: Hue تمثل اللون وهي (Red, Green, Blue).

S: Saturation تمثل شدة اللون أو درجة اشباع اللون.

V: Value تمثل شدة الإضاءة.

أيضاً كما سبقه يستخدم في التعرف على المجالات اللونية للصور الرقمية، ومن خلال التجارب تبين أن المجالات اللونية الخاصة بالفضاء اللوني HSV الأكثر شهرة واستخداماً والتي تستخدم للتعرف على لون الجلد هي:

```
hsv_min = new Hsv(0, 45, 0);  
hsv_max = new Hsv(20, 255, 255);  
  
hsv_min = new Hsv(0, 0.2 * 255.0, 0.35 * 255.0);  
hsv_max = new Hsv(50.0 / 2.0, 0.68 * 255.0, 1.0 * 255.0);  
  
hsv_min = new Hsv(0, 0.2 * 255.0, 0.35 * 255.0);  
hsv_max = new Hsv(20, 255, 255);
```

الآن بعد اختيار نوع الفلتر HSV أو YCC يتم استخدام الـ skinDetector كمايلي:

```
skin = skinDetector.DetectSkin(MorphedImg, YCrCb_min, YCrCb_max);
```

أو

```
skin = skinDetector_2.DetectSkin(MorphedImg, hsv_min, hsv_max);
```

هنا يتم ادخال الصورة المعالجة مرفولوجياً إلى الـ SkinDetector ويتم استخلاص لون الجلد بناء على المجال اللوني المحدد.

ثالثاً - طرح الـ Frame السابقة من الـ Frame الحالية:

أي طرح صورة من صورة ويتم ذلك وفق الدالة:

```
CvInvoke.cvAbsDiff(skin, lastFrameCopy, DstFrame);
```

حيث يتم وضع الفرق في الصورة :

```
Skin - lastFrameCopy = DstFrame
```

رابعاً - أخذ المضلع Polygon (الشكل الناتج من عملية الطرح).

وبتراكم هذه الأشكال الناتجة تنتج لدينا مصفوفة تمثل الحركة الملتقطة من الفيديو والتي تمثل الكلمة،
وفق الدالة:

```
CvInvoke.cvApproxPoly(skin, 50, DstFrame,  
Emgu.CV.CvEnum.APPROX_POLY_TYPE.CV_POLY_APPROX_DP, 0.001, 1);
```

بالاعتماد على مرجع الذاكرة skin التي تمثل صورة يتم وضع الشكل الناتج فيها، وتؤخذ المصفوفة
الموافقة، وبمراعاة هذه المصفوفات تنتج لدينا المصفوفة SIT، وهي المصفوفة الممثلة للفيديو المُعالج.

7-4-4 المكتبة الخاصة بنماذج ماركوف المخفية Accord:

4-4-7-1 مقدمة:

مكتبة Accord المتكاملة مع بيئة .NET. هي تمديد لمكتبة AForge.NET. وهي مكتبة مفتوحة المصدر (Open Source)، مكتوبة بلغة C#. تؤمن Accord الكثير من الخوارزميات في العديد من المواضيع مثل الرياضيات والإحصاء والذكاء الصناعي والإبصار الحاسوبي والتعلم التلقائي. وهي تحوي العديد من الطرق للتحليل الإحصائي مثل تحليل المكونات الأساسية، تحليل المميز الخطي (Linear Discriminant Analysis).... وطرق التعلم الآلي مثل SVM و ANN و HMM. [33]

4-4-7-2 المكتبات الموجودة في Accord:

تحتوي الـ Accord على المكتبات الرئيسية التالية [34]:

- Accord.Audio
- Accord.Imaging
- Accord.MachineLearning
- Accord.Math
- Accord.Neuro
- **Accord.Statistics**
- Accord.Vision
- Accord.Controls
- Accord.Controls.Imaging
- Accord.Controls.Audio
- Accord.Controls.Vision

ولقد استخدمنا في بحثنا المكتبات :

1. Accord.Statistics.Models.Markov.Learning
2. Accord.Statistics.Models.Markov

4-4-7-3 وصف المكتبات المستخدمة في Accord:

نوضح فيما يلي توصيف المكتبات الموجودة في Accord والتي تم استخدامها [32]:

Namespace	Description
Accord	Contains common classes, such as exceptions, events and framework infrastructure classes.
Accord.Statistics	Probability distributions, statistical models and methods such as Linear and Logistic regression, Hidden Markov Models, (Hidden) Conditional Random Fields, Principal Component Analysis, Partial Least Squares, Discriminant Analysis, Kernel methods and functions and many other related techniques.
Accord.Statistics.Models.Markov	Contains classes related to Hidden Markov Models and their learning algorithms. Offers support for both discrete and continuous-density models, as well as Markov classifiers and threshold models for sequence rejection.
Accord.Statistics.Models.Markov.Learning	Contains learning algorithms such as Baum-Welch.

أما أهم الأغراض والتوابع المستخدمة من المكتبة Accord.Net فهي متعلقة بنماذج ماركوف المخفية، وهي على الشكل التالي:

أولاً - من المكتبة : Accord.Statistics.Models.Markov

تم استخدام الغرض (Object) : HiddenMarkovClassifier لبناء نموذج ماركوف المخفي عبر الباني (Constructor) كما يلي:

```
newHiddenMarkovClassifier(classes, states, symbols, categories);
```

Classes : مصفوفة تمثل الخرج أي عدد الصفوف التي سيقوم الـ HMM بوضع نتيجة تنبؤه بها، أي كل دخل سيتم تصنيفه بأحد هذه الصفوف، وهي في بحثنا 26/ صف.

States : عدد الحالات داخل الـ HMM وهي في بحثنا 26/ حالة.

Symbols: تمثل عدد المحارف المستخدمة في ترميز العينات، وهنا بما أننا نستخدم مجال لوني في تمثيل الـ Pixels الممثلة للصورة سيكون عدد الـ Symbols هو 256.

Categories: أيضاً مصفوفة التصنيفات واحتمالاتها وهي هنا أيضاً 26/ تصنيف.

ثانياً – من المكتبة : Accord.Statistics.Models.Markov.Learning:

أما المدرب الخاص بالـ HMM فهو غرض من الصف : HiddenMarkovClassifierLearning

تم تدريب الـ HMM عبر خوارزمية تدريب من النوع : BaumWelchLearning.

ويلزمها لتدريب الـ HMM متحولين أساسيين هما:

- Tolerance: تمثل شرط لتوقف عملية التدريب، وتعني هذه القيمة بأن تدريب الـ HMM يتوقف عندما يصبح معدل الخطأ أصغر أو يساوي هذه القيمة.
- Iterations: أيضاً شرط توقف لعملية التدريب في الـ HMM، وتمثل عدد عصور التدريب، أي عدد مرات مرور الـ HMM على عينات التدريب.

ويتم تعريف المدرب (Trainer) وفق الـ Method التالية:

```
HiddenMarkovClassifierLearning = newHiddenMarkovClassifierLearning(hmmc, i =>
newBaumWelchLearning(hmmc.Models[i])
{
    Iterations = Iterations,
    Tolerance = Tolerance
};
```

تعني هذه الـ Method تدريب جميع نماذج ماركوف (Models[i]) التابعة للغرض "hmmc" وفق شرطي التوقف : Tolerance, Iterations.

تبدأ عملية التدريب باستدعاء الطريقة (Method) التالية:

```
teacher.Run(Features, output);
```

teacher: غرض من النوع `HiddenMarkovClassifierLearning`

Features: مصفوفة الدخل (تمثل الكلمات الـ 26/ أي مقاطع الفيديو المعالجة والمخزنة في مصفوفات).

Output: صفوف الخرج المطلوبة.

بالنسبة لحساب الخرج، فيتم وفق التابع:

```
hmmc.Compute(Array, out likelihood);
```

أي حساب الصف الموافق للفيديو الممثل في الـ Array مع اعطاء نسبة التشابه.

4-5) الكاميرا:

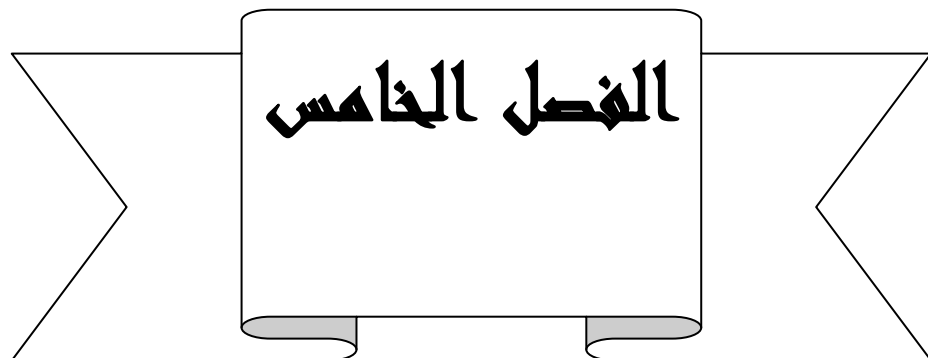
على الرغم من ظهور الكاميرات الرقمية منذ حوالي عشرة أعوام فقط، إلا أنها منذ ذلك الحين تحولت من كونها ألعاباً تقنية غالية الثمن، ومنخفضة الجودة، ومحدودة الوظيفة، إلى أجهزة فعالة ومعقولة السعر وكثيرة الوظائف. وتوجد العديد من الأسباب التي تفرض هذا التحول، الذي لا يمكن إيقافه، من علم التصوير الكيميائي إلى علم التصوير المبني على رقاقات السيليكون:

- عدم وجود تكاليف للأفلام أو لتحميضها.
- إمكانية مشاهدة الصور فور التقاطها.
- التنزيل الفوري للصور على الحاسوب وعلى شبكة الويب.
- سهولة وسرعة تحرير الصور وتولييفها.
- إمكانية توليد صور عالية الجودة باستخدام أية طابعة نافثة للحبر.

لقد استخدمنا في مشروعنا كاميرا ويب بسيطة أما عن سبب اختيارنا لها فهو برنامجها ودقتها أما ميزاتها:

1. حساس CMOS ملون (تتطلب حساسات الصور المصنوعة باستخدام هذه التقنية عدداً أقل من الدارات الإلكترونية، إلا أن الصور التي تعطيها ليست بجودة الصور التي تعطيها تقنية CCD . ومن ناحية أخرى، فإن الكاميرات الرقمية المبنية على تقنية CMOS يمكن أن تكون بصغر حجم ظفر الإبهام. ونظراً لأن رقاقات CMOS تعتبر أقل تكلفة، من حيث التصنيع، فإننا نجدها عادة في الكاميرات الرقمية منخفضة التكلفة، والتي تتمتع بإمكانات وظيفية محدودة).
2. توازن اللون الأبيض (White Balance) بشكل أوتوماتيكي أو يدوي.
3. التحكم اليدوي أو الأوتوماتيكي بشدة الإضاءة (Brightness).

4. الربط مع الكمبيوتر بواسطة USB.
5. إمكانية التحكم الحر بالزاوية والموضع.
6. تعريفها المباشر والبسيط على الحاسب.
7. إمكانية أخذ لقطات ثابتة وحفظها.
8. البرنامج الجيد وسهل الاستخدام المرافق لها.
9. إمكانية أخذ الصور الملونة والرمادية.
10. الدقة الجيدة والمناسبة لتطبيقنا 640 * 480 pixel .
11. سرعة التصوير Frame rate : 30 fames/sec [31].



النتائج ومناقشتها

(Results & Discussions)

5-1) النتائج:

من أجل تحقيق هدف مشروعنا بإيجاد نظام للتعرف على لغة الإشارة العربية، قمنا بتصميم وتنفيذ برنامج مكتوب بلغة C# يستخدم التقنيات المذكورة في الفصل السابق. آلية عمل هذا البرنامج تعتمد على اختيار مجموعة كلمات من أجل تدريب HMM تسمى مجموعة التدريب (Training Data) وهي عبارة عن واحد أو أكثر من ملفات قاعدة المعطيات التي تم إنشائها لأشخاص مختلفين يمثلون 26 كلمة إشارية عربية. ومن ثم نستطيع اختبار البرنامج على أي من ملفات قاعدة البيانات هذه (Testing Data). خرج البرنامج هو عبارة عن الكلمة المتعرف عليها بطريقة مكتوبة وملفوظة بالإضافة إلى إظهار الفيديو الذي يمثل هذه الكلمة من قبل خبير لغة الإشارة.

من أجل اختبار دقة البرنامج، قمنا باختيار ست عينات تدريب (المجموعة الأولى - المجموعة الثانية - المجموعة الثانية والثالثة - المجموعة الرابعة والخامسة - المجموعة السادسة والسابعة - المجموعات 1 و2 و3 و4 و5)، وجربنا نتائج البرنامج بكلا الطريقتين المشروحتين في الفصل السابق Subtraction و Derivatives.

أي من أجل كل عينة تدريب قمنا بفحص عدد الكلمات المتعرف عليها لجميع المعطيات المتبقية في قاعدة البيانات والتي هي عبارة عن 10 مجموعات لـ 10 أشخاص كل منهم يمثل 26 كلمة، وبذلك نكون قد اخترنا 260 كلمة في كل طريقة. طرق التدريب المستخدمة هي 6: Sub, FD, PFD, NFD, AFD, SD وبالتالي من أجل عينة التدريب الأولى والثانية أجرينا 1,560 تجربة لكل عينة أما من أجل عينة التدريب الثالثة والرابعة والخامسة أجرينا 1,404 تجربة لكل عينة، أما لعينة التدريب السادسة فلقد اخترنا 936 فيديو. وبالتالي مجموع عينات الاختبار 8,268.

نتائج اختبار البرنامج موضحة في الجدول اللاحق (5-1) الذي يبين عدد الكلمات المتعرف عليها من مجموع الكلمات التي تم اختبارها في كل طريقة ولكل مجموعة تدريب، بالإضافة إلى دقة التعرف المبينة في الجدول (5-2)، أما تفاصيل هذه النتائج مع معدل الدقة في كل طريقة فهي موضحة في الجداول اللاحقة من هذا الفصل:

الجدول (5-1) عدد الكلمات المتعرف عليها في كل طريقة

Method Training Data	Sub	FD	PFD	NFD	AFD	SD
Set 1	199/260	131/260	147/260	140/260	131/260	151/260
Set 2	211/260	133/260	147/260	147/260	153/260	152/260
Set 2 & 3	197/234	137/234	147/234	149/234	149/234	141/234
Set 4 & 5	191/234	127/234	135/234	134/234	142/234	139/234
Set 6 & 7	195/234	130/234	135/234	135/234	148/234	139/234
Set 1&2&3&4&5	132/156	93/156	99/156	101/156	100/156	98/156

الجدول (5-2) دقة التعرف في كل طريقة

Method Training Data	Sub	FD	PFD	NFD	AFD	SD
Set 1	76.5%	50.4%	56.5%	53.8%	50.4%	58.1%
Set 2	81.2%	51.2%	56.5%	56.5%	58.8%	58.5%
Set 2 & 3	84.2%	58.5%	62.8%	63.7%	63.7%	60.3%
Set 4 & 5	81.6%	54.3%	57.7%	57.3%	60.7%	59.4%
Set 6 & 7	83.3%	55.6%	57.7%	57.7%	63.2%	59.4%
Set 1&2&3&4&5	84.6%	59.6%	63.5%	64.7%	64.1%	62.8%

الجدول (3-5) "Sub- Set 1" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الأولى كعينة تدريب بطريقة Sub

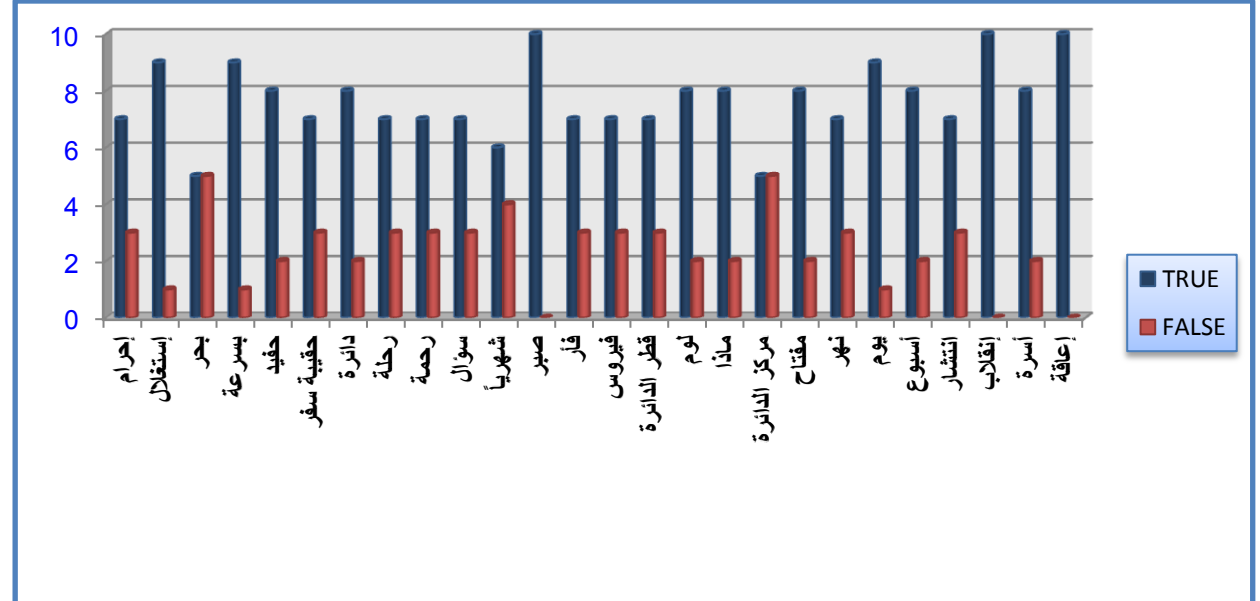
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 2	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 3	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 4	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	X	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 5	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 6	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 8	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓

TRUE	7	9	5	9	8	7	8	7	7	7	6	10	7	7	7	8	8	5	8	7	9	8	7	10	8	10
FALSE	3	1	5	1	2	3	2	3	3	3	4	0	3	3	3	2	2	5	2	3	1	2	3	0	2	0
True Percentage	70 %	90 %	50 %	90 %	80 %	70 %	80 %	70 %	70 %	70 %	60 %	100 %	70 %	70 %	70 %	80 %	80 %	50 %	80 %	70 %	90 %	80 %	70 %	100 %	80 %	100 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

22	4	84.62%
20	6	76.92%
22	4	84.62%
17	9	65.38%
18	8	69.23%
21	5	80.77%
18	8	69.23%
19	7	73.08%
20	6	76.92%
22	4	84.62%

Recognition Rate
76.5%



الجدول (4-5) "FD- Set 1" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الأولى كعينة تدريب بطريقة FD

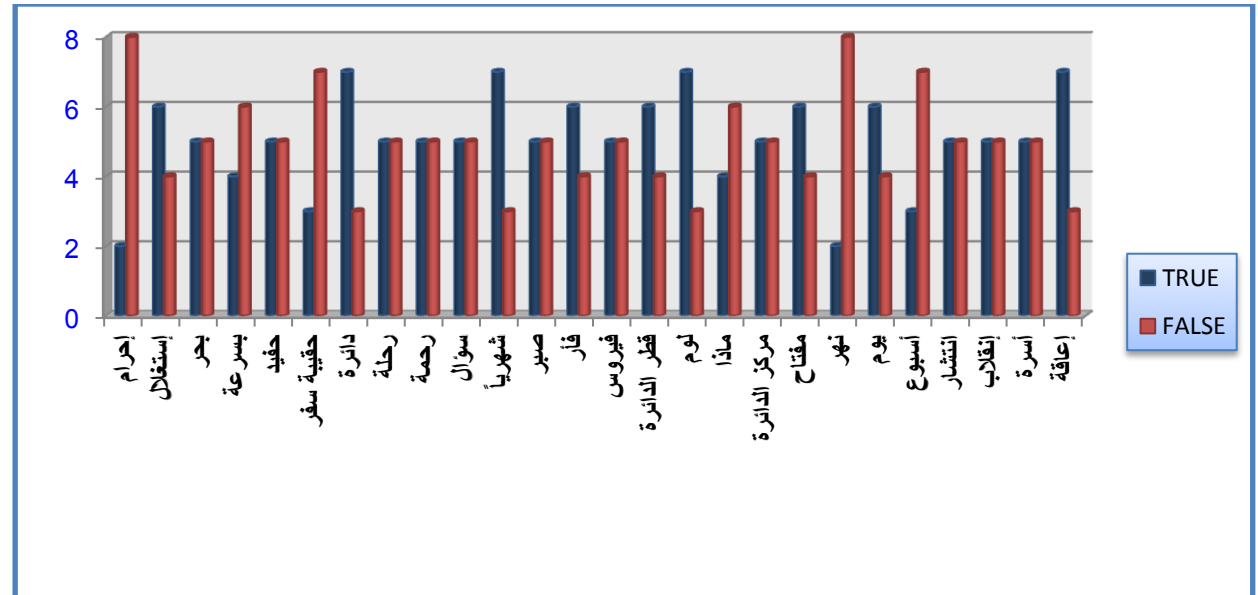
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 2	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x
Set 3	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	x
Set 4	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	✓
Set 5	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x	✓
Set 6	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 7	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓
Set 8	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓
Set 9	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 10	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓
Set 11	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	x	✓

TRUE	2	6	5	4	5	3	7	5	5	5	7	5	6	5	6	7	4	5	6	2	6	3	5	5	5	7
FALSE	8	4	5	6	5	7	3	5	5	5	3	5	4	5	4	3	6	5	4	8	4	7	5	5	5	3
True Percentage	20 %	60 %	50 %	40 %	50 %	30 %	70 %	50 %	50 %	50 %	70 %	50 %	60 %	50 %	60 %	70 %	40 %	50 %	60 %	20 %	60 %	30 %	50 %	50 %	50 %	70 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	-----------------------

14	12	53.85%
6	20	23.08%
12	14	46.15%
14	12	53.85%
16	10	61.54%
13	13	50.00%
16	10	61.54%
16	10	61.54%
14	12	53.85%
10	16	38.46%

Recognition Rate
50.4%



الجدول (5-5) "PFD- Set 1" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الأولى كعينة تدريب بطريقة PFD

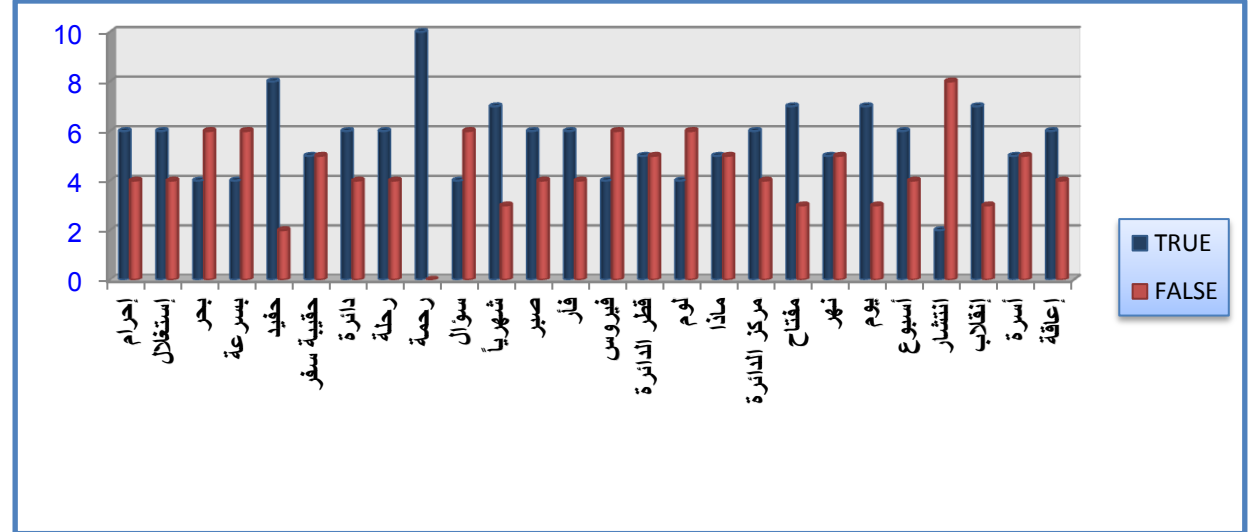
Word	إحرام	إستقلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 2	✗	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓
Set 3	✗	✓	x	✓	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✓	✓	x	✓	✓	✓	✗	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓
Set 4	✓	✓	x	✓	✗	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✗
Set 5	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✗
Set 6	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✗
Set 7	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✗
Set 8	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 9	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 11	x	✓	✓	✓	✗	x	✓	✗	✓	x	✓	x	✓	✗	x	✗	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✗	x	✓

TRUE	6	6	4	4	8	5	6	6	10	4	7	6	6	4	5	4	5	6	7	5	7	6	2	7	5	6
FALSE	4	4	6	6	2	5	4	4	0	6	3	4	4	6	5	6	5	4	3	5	3	4	8	3	5	4
True Percentage	60 %	60 %	40 %	40 %	80 %	50 %	60 %	60 %	100 %	40 %	70 %	60 %	60 %	40 %	50 %	40 %	50 %	60 %	70 %	50 %	70 %	60 %	20 %	70 %	50 %	60 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

14	12	53.85%
14	12	53.85%
12	14	46.15%
18	8	69.23%
18	8	69.23%
13	13	50.00%
16	10	61.54%
14	12	53.85%
16	10	61.54%
12	14	46.15%

Recognition Rate
56.5%



الجدول (5-6) "NFD- Set 1" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الأولى كعينة تدريب بطريقة NFD

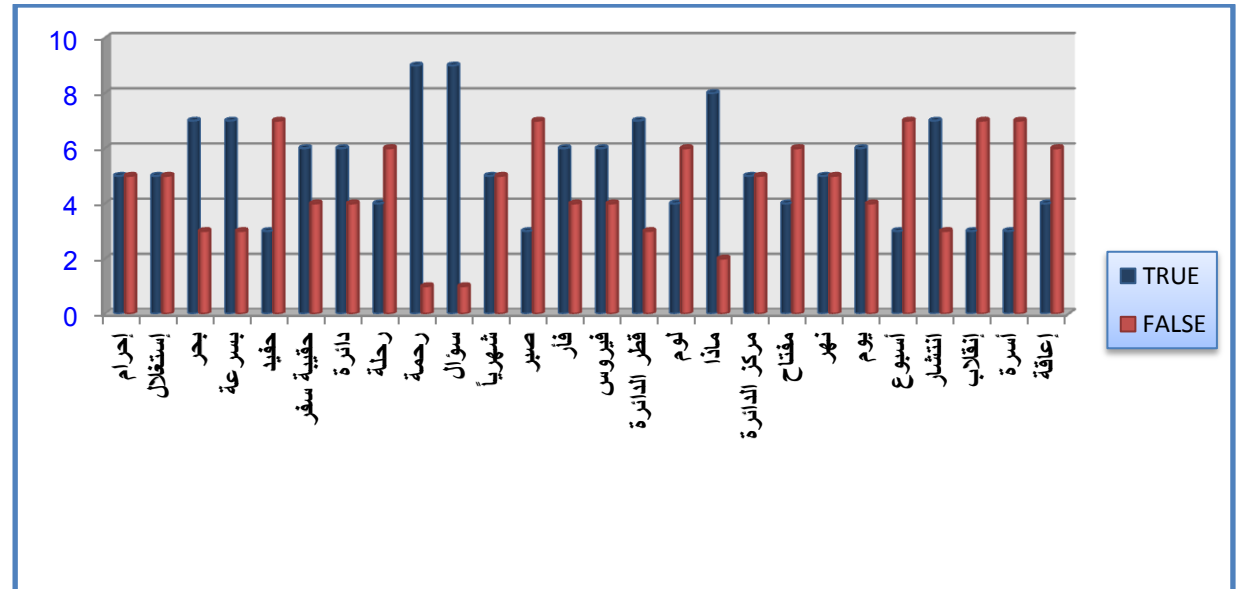
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 2	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	X
Set 3	x	✗	✓	x	✗	x	✗	✓	✓	✓	x	✗	✗	✗	x	✓	✓	✗	✓	✗	x	x	✓	✓	x	✓
Set 4	✓	x	✓	✓	X	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✗	✓	✓	✓	x	x	X
Set 5	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	X
Set 6	✓	x	✓	x	X	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓
Set 7	x	✓	✓	✓	X	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	X
Set 8	✓	✓	✓	x	X	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 9	✓	x	✓	✓	X	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✗	x	X
Set 10	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✗	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	X
Set 11	x	✓	✓	✓	X	✓	x	✗	✓	✓	✓	✗	x	x	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✗	✗	✗	✗	✓

TRUE	5	5	7	7	3	6	6	4	9	9	5	3	6	6	7	4	8	5	4	5	6	3	7	3	3	4
FALSE	5	5	3	3	7	4	4	6	1	1	5	7	4	4	3	6	2	5	6	5	4	7	3	7	7	6
True Percentage	50%	50%	70%	70%	30%	60%	60%	40%	90%	90%	50%	30%	60%	60%	70%	40%	80%	50%	40%	50%	60%	30%	70%	30%	30%	40%

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

13	13	50.00%
10	16	38.46%
16	10	61.54%
15	11	57.69%
17	9	65.38%
13	13	50.00%
18	8	69.23%
12	14	46.15%
14	12	53.85%
12	14	46.15%

Recognition Rate
53.8%



الجدول (5-7) "AFD- Set 1" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الأولى كعينة تدريب بطريقة AFD

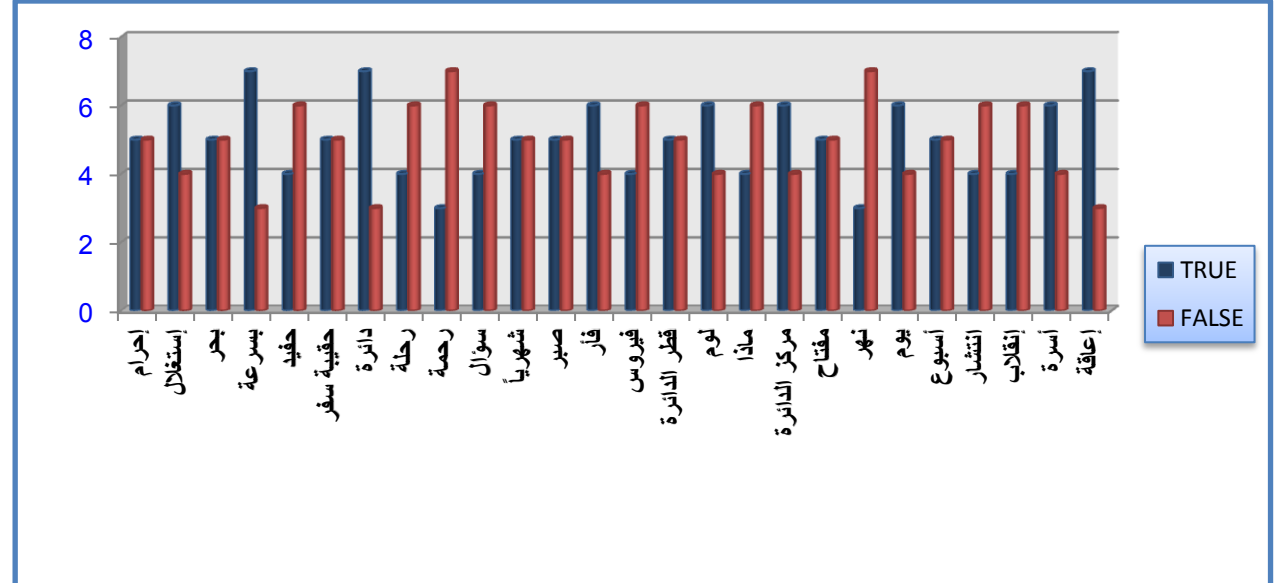
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 2	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓
Set 3	x	x	✓	✓	✗	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓
Set 4	✓	✓	x	x	X	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓
Set 5	x	✓	x	✓	X	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	X
Set 6	✓	x	✓	x	X	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓
Set 7	✓	✓	x	✓	X	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	X
Set 8	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	X
Set 9	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓
Set 10	✓	x	x	✓	X	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓
Set 11	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	✓

TRUE	5	6	5	7	4	5	7	4	3	4	5	5	6	4	5	6	4	6	5	3	6	5	4	4	6	7
FALSE	5	4	5	3	6	5	3	6	7	6	5	5	4	6	5	4	6	4	5	7	4	5	6	6	4	3
True Percentage	50 %	60 %	50 %	70 %	40 %	50 %	70 %	40 %	30 %	40 %	50 %	50 %	60 %	40 %	50 %	60 %	40 %	60 %	50 %	30 %	60 %	50 %	40 %	40 %	60 %	70 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

19	7	73.08%
12	14	46.15%
8	18	30.77%
15	11	57.69%
15	11	57.69%
15	11	57.69%
12	14	46.15%
14	12	53.85%
10	16	38.46%
11	15	42.31%

Recognition Rate
50.4%



الجدول (8-5) "SD- Set 1" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الأولى كعينة تدريب بطريقة SD

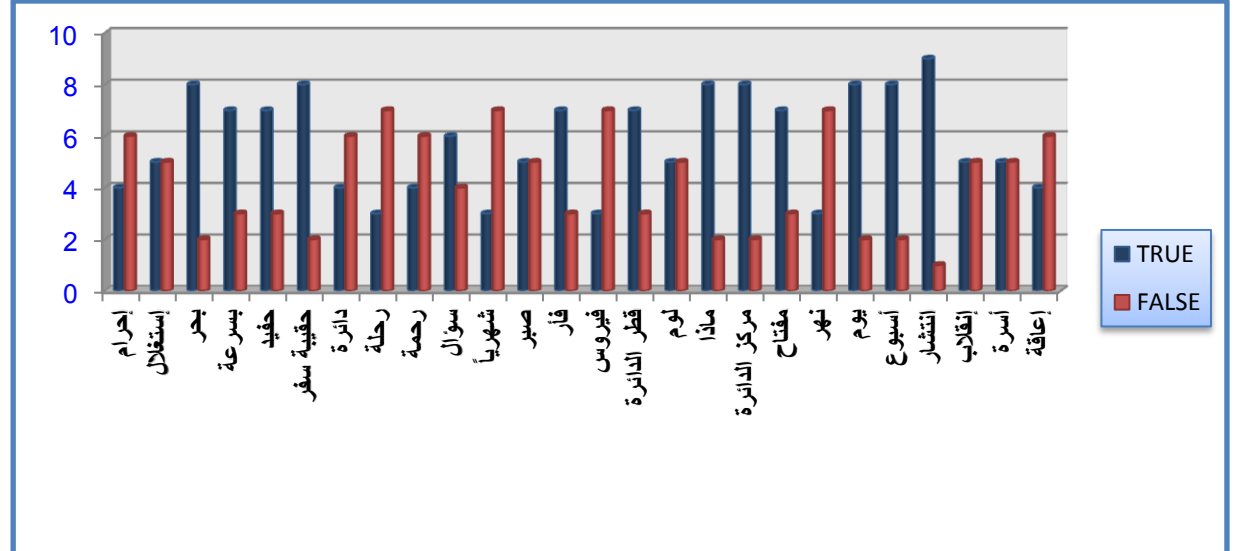
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 2	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓
Set 3	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x
Set 4	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x
Set 5	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 6	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	x
Set 8	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 9	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x
Set 10	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	✓
Set 11	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x

TRUE	4	5	8	7	7	8	4	3	4	6	3	5	7	3	7	5	8	8	7	3	8	8	9	5	5	4
FALSE	6	5	2	3	3	2	6	7	6	4	7	5	3	7	3	5	2	2	3	7	2	2	1	5	5	6
True Percentage	40 %	50 %	80 %	70 %	70 %	80 %	40 %	30 %	40 %	60 %	30 %	50 %	70 %	30 %	70 %	50 %	80 %	80 %	70 %	30 %	80 %	80 %	90 %	50 %	50 %	40 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	-----------------------

16	10	61.54%
14	12	53.85%
11	15	42.31%
15	11	57.69%
16	10	61.54%
17	9	65.38%
17	9	65.38%
15	11	57.69%
13	13	50.00%
17	9	65.38%

Recognition Rate
58.1%



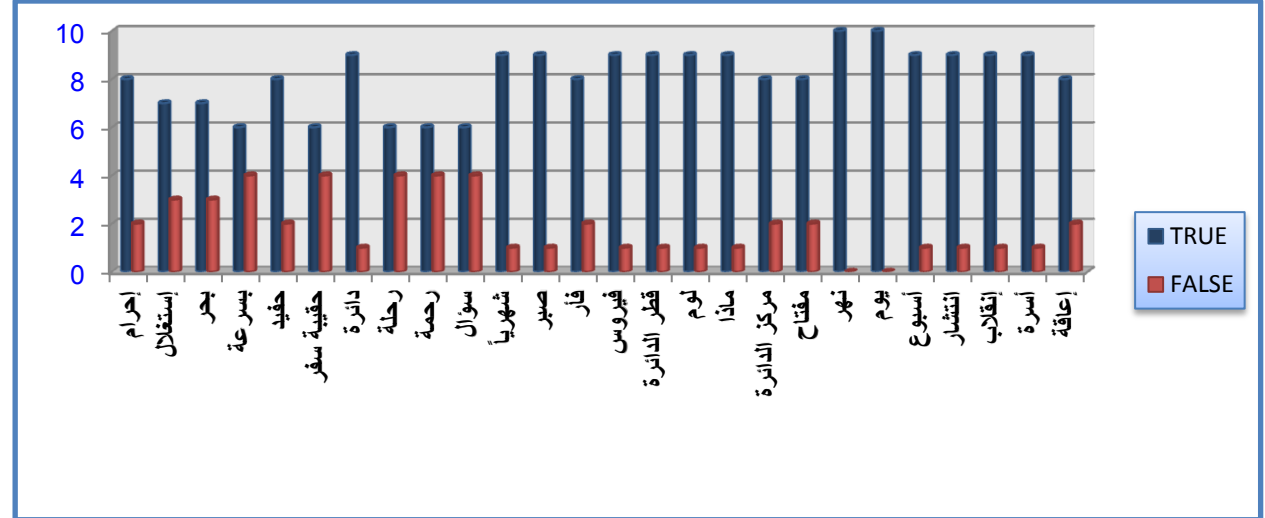
الجدول (9-5) "Sub- Set 2" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الثانية كعينة تدريب بطريقة Sub

Word	إحرام	إستقلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 3	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 4	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Set 5	x	✓	✓	✓	X	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 6	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	X
Set 8	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	x	X	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
TRUE	8	7	7	6	8	6	9	6	6	6	9	9	8	9	9	9	9	8	8	10	10	9	9	9	9	8
FALSE	2	3	3	4	2	4	1	4	4	4	1	1	2	1	1	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	2
True Percentage	80 %	70 %	70 %	60 %	80 %	60 %	90 %	60 %	60 %	60 %	90 %	90 %	80 %	90 %	90 %	90 %	90 %	80 %	80 %	100 %	100 %	90 %	90 %	90 %	90 %	80 %

TRUE	FALSE	True Ratio
------	-------	------------

20	6	76.92%
21	5	80.77%
21	5	80.77%
20	6	76.92%
23	3	88.46%
23	3	88.46%
19	7	73.08%
22	4	84.62%
24	2	92.31%
18	8	69.23%

Recognition Rate
81.2%



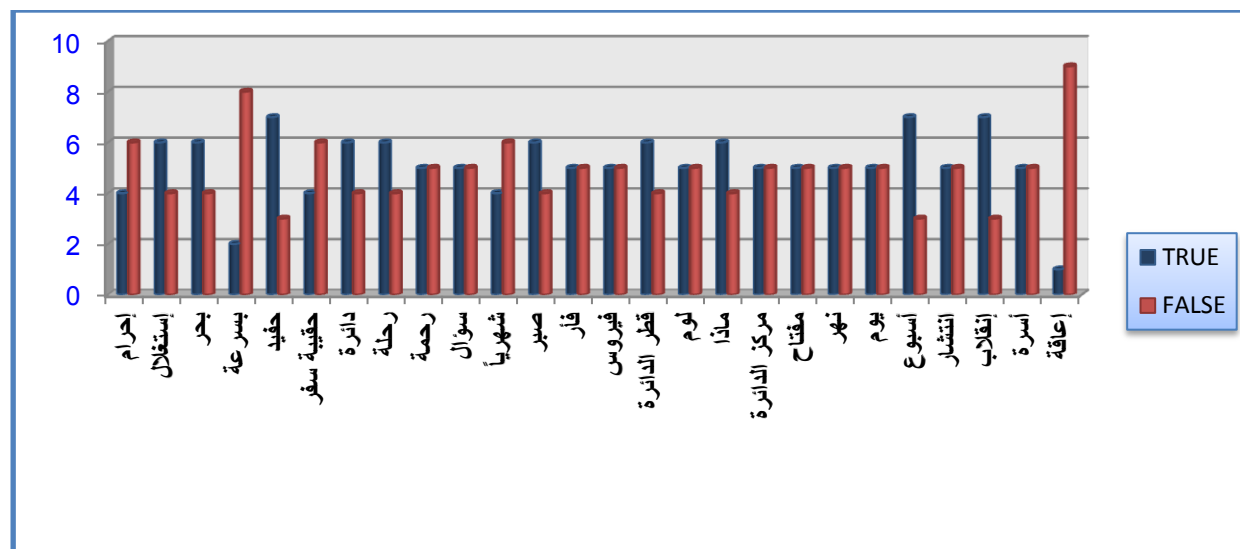
الجدول (10-5) "FD- Set 2" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الثانية كعينة تدريب بطريقة FD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	X	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	X
Set 3	x	✓	x	X	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	X
Set 4	x	x	x	X	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 5	x	x	x	X	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	X
Set 6	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	X
Set 7	✓	✓	✓	X	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Set 8	✓	✓	✓	X	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	X
Set 9	✓	x	✓	X	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	X
Set 10	x	✓	✓	X	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	X
Set 11	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X
TRUE	4	6	6	2	7	4	6	6	5	5	4	6	5	5	6	5	6	5	5	5	5	7	5	7	5	1
FALSE	6	4	4	8	3	6	4	4	5	5	6	4	5	5	4	5	4	5	5	5	5	3	5	3	5	9
True Percentage	40 %	60 %	60 %	20 %	70 %	40 %	60 %	60 %	50 %	50 %	40 %	60 %	50 %	50 %	60 %	50 %	60 %	50 %	50 %	50 %	50 %	70 %	50 %	70 %	50 %	10 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

19	7	73.08%
3	23	11.54%
12	14	46.15%
14	12	53.85%
14	12	53.85%
22	4	84.62%
17	9	65.38%
16	10	61.54%
14	12	53.85%
2	24	7.69%

Recognition
Rate
51.2%



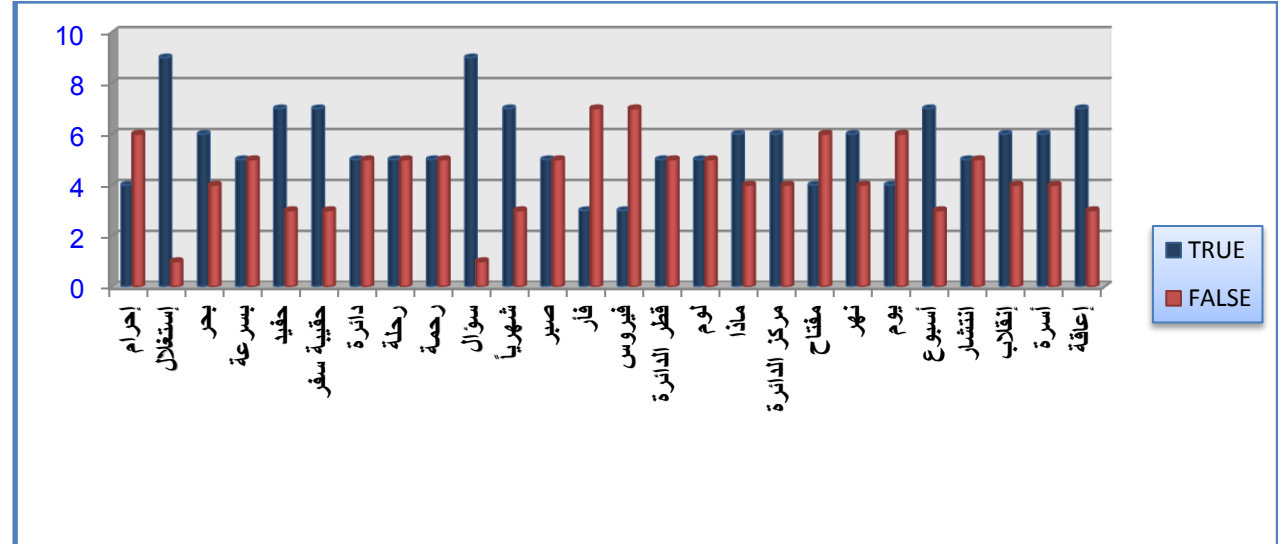
الجدول (11-5) "PFD- Set 2" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الثانية كعينة تدريب بطريقة PFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 3	x	✓	✓	✗	✓	x	x	✗	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗	x	✓	x	✓	✓	✗	x	x	✗	✗	✗
Set 4	✓	x	✓	x	✗	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✗	x	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓
Set 5	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓
Set 6	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 7	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✗
Set 8	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓
Set 9	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✗	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 10	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✗	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 11	✗	✓	✗	✓	✗	✗	x	✗	x	✓	✗	✗	✗	✓	x	x	✗	✗	✗	✓	✗	✓	✗	x	✓	✗
TRUE	4	9	6	5	7	7	5	5	5	9	7	5	3	3	5	5	6	6	4	6	4	7	5	6	6	7
FALSE	6	1	4	5	3	3	5	5	5	1	3	5	7	7	5	5	4	4	6	4	6	3	5	4	4	3
True Percentage	40 %	90 %	60 %	50 %	70 %	70 %	50 %	50 %	50 %	90 %	70 %	50 %	30 %	30 %	50 %	50 %	60 %	60 %	40 %	60 %	40 %	70 %	50 %	60 %	60 %	70 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

21	5	80.77%
9	17	34.62%
14	12	53.85%
15	11	57.69%
18	8	69.23%
12	14	46.15%
16	10	61.54%
16	10	61.54%
19	7	73.08%
7	19	26.92%

Recognition Rate
56.5%



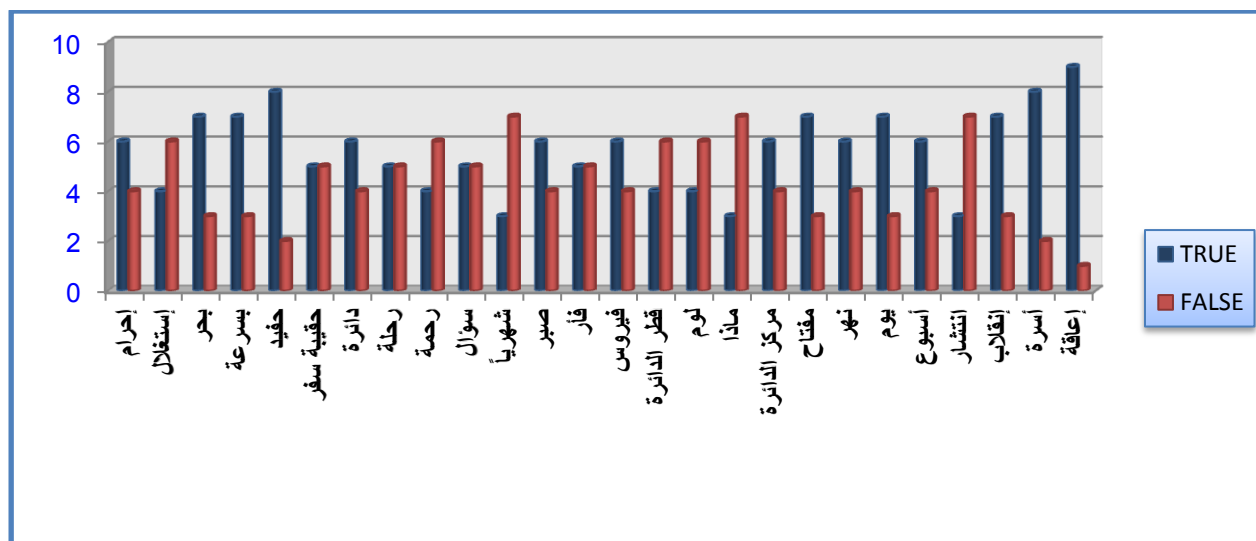
الجدول (12-5) "NFD- Set 2" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الثانية كعينة تدريب بطريقة NFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 3	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓
Set 4	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 5	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 6	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓
Set 8	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x
Set 9	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓
Set 10	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
TRUE	6	4	7	7	8	5	6	5	4	5	3	6	5	6	4	4	3	6	7	6	7	6	3	7	8	9
FALSE	4	6	3	3	2	5	4	5	6	5	7	4	5	4	6	6	7	4	3	4	3	4	7	3	2	1
True Percentage	60 %	40 %	70 %	70 %	80 %	50 %	60 %	50 %	40 %	50 %	30 %	60 %	50 %	60 %	40 %	40 %	30 %	60 %	70 %	60 %	70 %	60 %	30 %	70 %	80 %	90 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

19	7	73.08%
8	18	30.77%
15	11	57.69%
13	13	50.00%
18	8	69.23%
12	14	46.15%
12	14	46.15%
14	12	53.85%
15	11	57.69%
21	5	80.77%

Recognition Rate
56.5%



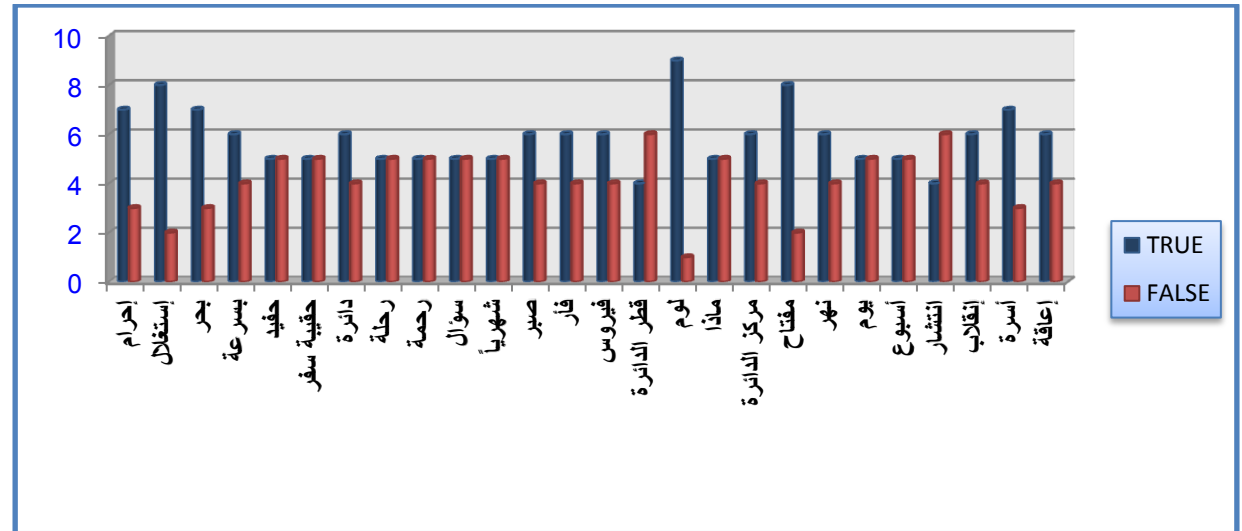
الجدول (13-5) "AFD- Set 2" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الثانية كعينة تدريب بطريقة AFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	X
Set 3	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	x	✓	✓
Set 4	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓
Set 5	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	X
Set 6	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	X
Set 7	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓
Set 8	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	X
Set 9	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓
Set 10	x	x	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
TRUE	7	8	7	6	5	5	6	5	5	5	5	6	6	6	4	9	5	6	8	6	5	5	4	6	7	6
FALSE	3	2	3	4	5	5	4	5	5	5	5	4	4	4	6	1	5	4	2	4	5	5	6	4	3	4
True Percentage	70 %	80 %	70 %	60 %	50 %	50 %	60 %	50 %	50 %	50 %	50 %	60 %	60 %	60 %	40 %	90 %	50 %	60 %	80 %	60 %	50 %	50 %	40 %	60 %	70 %	60 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

15	11	57.69%
12	14	46.15%
19	7	73.08%
14	12	53.85%
19	7	73.08%
11	15	42.31%
14	12	53.85%
15	11	57.69%
15	11	57.69%
19	7	73.08%

**Recognition
Rate**
58.8%



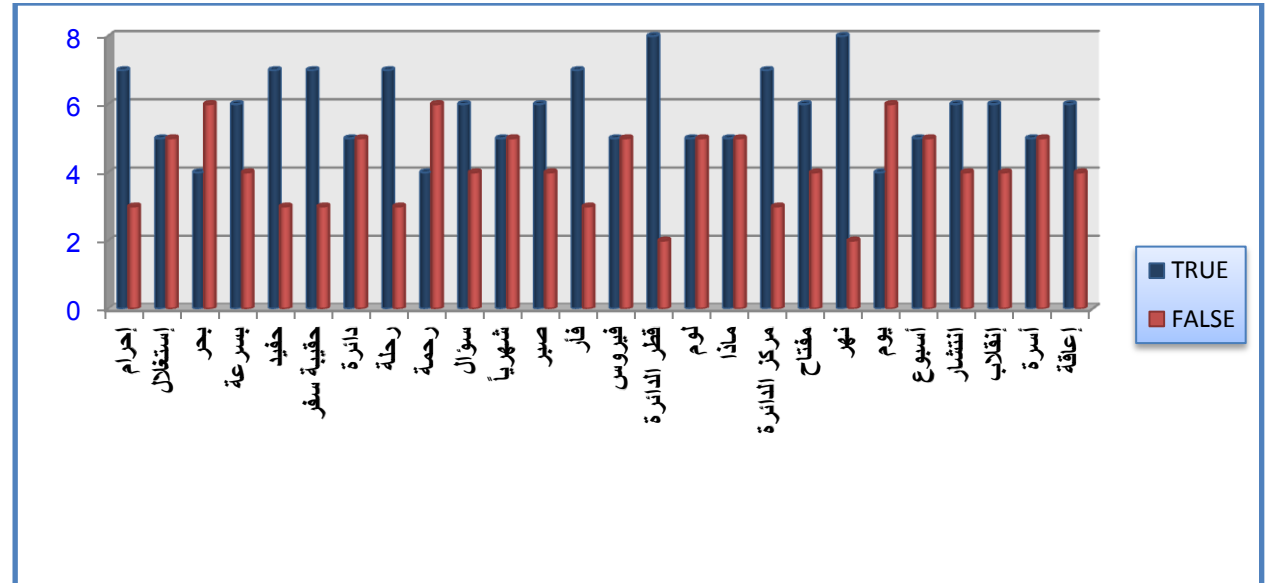
الجدول (14-5) "SD- Set 2" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعة الثانية كعينة تدريب بطريقة SD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓
Set 3	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x
Set 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓
Set 5	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓
Set 6	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x
Set 7	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 8	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓
Set 9	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x
Set 10	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x
Set 11	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓
TRUE	7	5	4	6	7	7	5	7	4	6	5	6	7	5	8	5	5	7	6	8	4	5	6	6	5	6
FALSE	3	5	6	4	3	3	5	3	6	4	5	4	3	5	2	5	5	3	4	2	6	5	4	4	5	4
True Percentage	70 %	50 %	40 %	60 %	70 %	70 %	50 %	70 %	40 %	60 %	50 %	60 %	70 %	50 %	80 %	50 %	50 %	70 %	60 %	80 %	40 %	50 %	60 %	60 %	50 %	60 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

13	13	50.00%
19	7	73.08%
21	5	80.77%
14	12	53.85%
12	14	46.15%
18	8	69.23%
19	7	73.08%
11	15	42.31%
15	11	57.69%
10	16	38.46%

Recognition Rate
58.5%



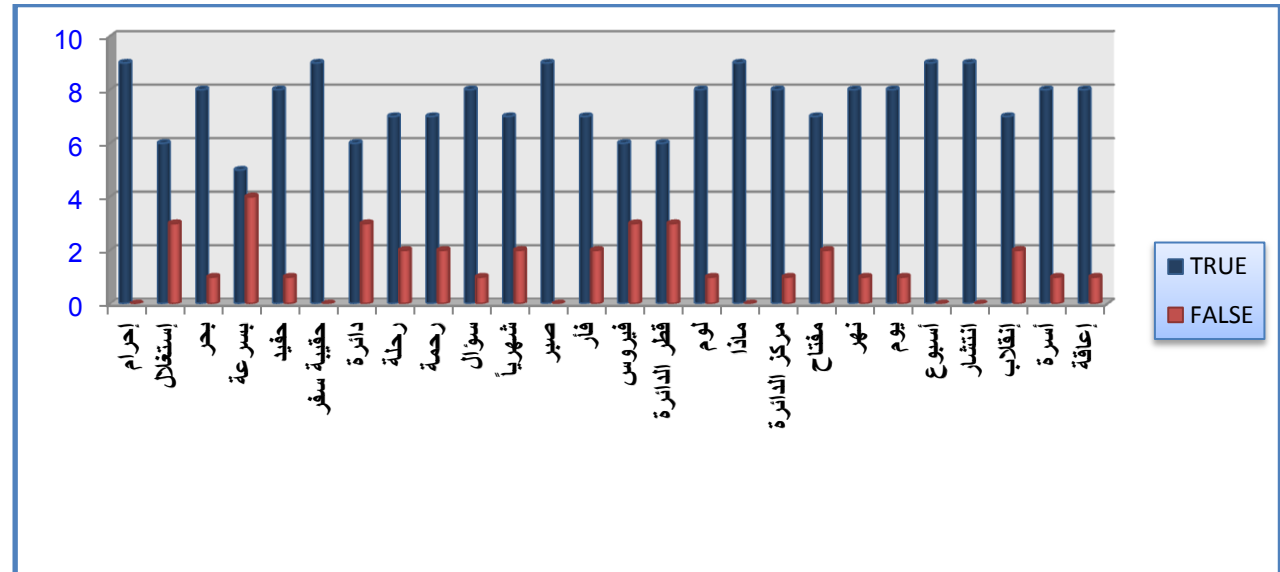
الجدول (15-5) "Sub- Set 2&3" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الثانية والثالثة كعينات تدريب بطريقة Sub

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 4	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	X
Set 6	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 7	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 8	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 11	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
TRUE	9	6	8	5	8	9	6	7	7	8	7	9	7	6	6	8	9	8	7	8	8	9	9	7	8	8
FALSE	0	3	1	4	1	0	3	2	2	1	2	0	2	3	3	1	0	1	2	1	1	0	0	2	1	1
True Percentage	100 %	67 %	89 %	56 %	89 %	100 %	67 %	78 %	78 %	89 %	78 %	100 %	78 %	67 %	67 %	89 %	100 %	89 %	78 %	89 %	89 %	100 %	100 %	78 %	89 %	89 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	-----------------------

21	5	80.77%
24	2	92.31%
22	4	84.62%
20	6	76.92%
23	3	88.46%
21	5	80.77%
21	5	80.77%
25	1	96.15%
20	6	76.92%

Recognition Rate
84.2%



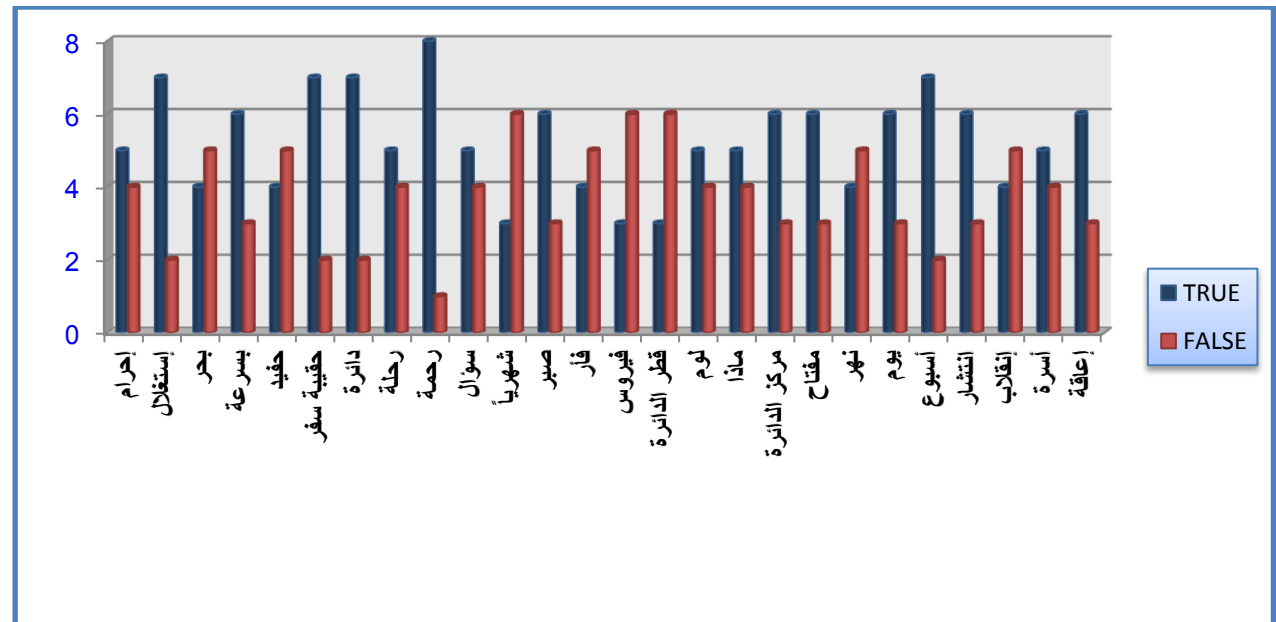
الجدول (5-16) "FD- Set 2&3" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الثانية والثالثة كعينات تدريب بطريقة FD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	X	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 4	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	X
Set 5	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 6	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 7	✓	✓	X	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓
Set 8	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓
Set 9	✓	x	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	X
Set 10	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 11	x	✓	X	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	X
TRUE	5	7	4	6	4	7	7	5	8	5	3	6	4	3	3	5	5	6	6	4	6	7	6	4	5	6
FALSE	4	2	5	3	5	2	2	4	1	4	6	3	5	6	6	4	4	3	3	5	3	2	3	5	4	3
True Percentage	56%	78%	44%	67%	44%	78%	78%	56%	89%	56%	33%	67%	44%	33%	33%	56%	56%	67%	67%	44%	67%	78%	67%	44%	56%	67%

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

17	9	65.38%
11	15	42.31%
19	7	73.08%
19	7	73.08%
16	10	61.54%
16	10	61.54%
17	9	65.38%
17	9	65.38%
5	21	19.23%

Recognition Rate
58.5%



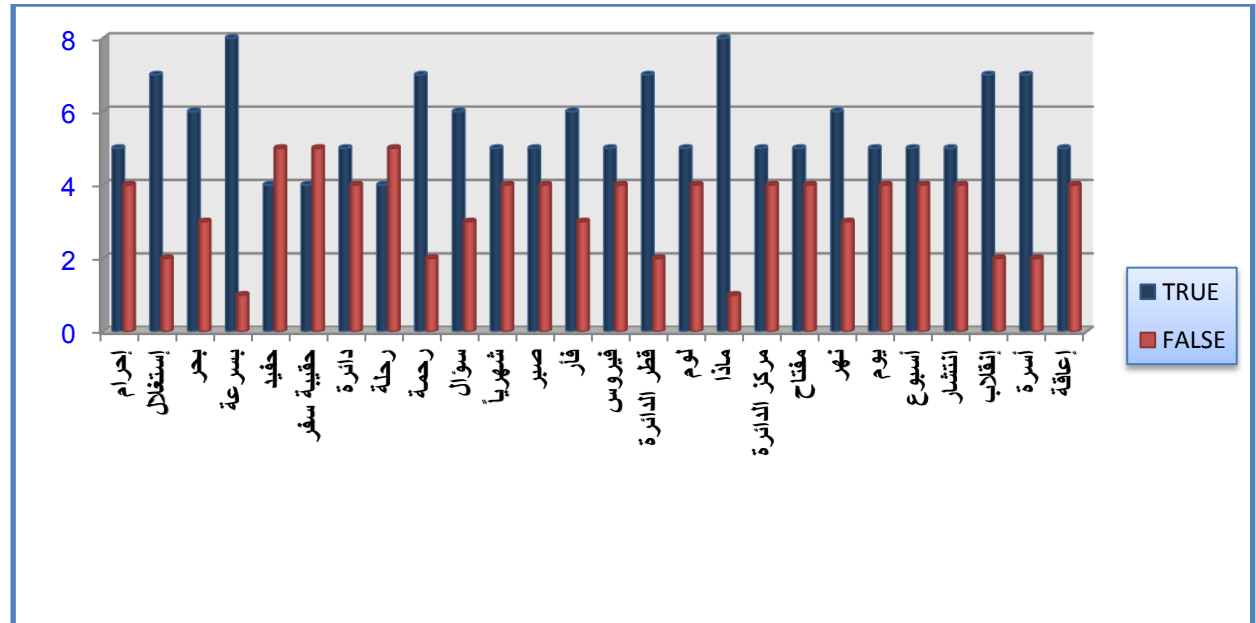
الجدول (17-5) "PFD- Set 2&3" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الثانية والثالثة كعينات تدريب بطريقة PFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	X
Set 4	✓	✓	✓	✓	✗	x	x	✗	✓	✓	✓	x	✗	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 5	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	X
Set 6	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓
Set 7	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓
Set 8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	X
Set 9	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✗	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 11	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	x	✗	✗	✗	✓	x	x	✗	✗	✗	x	✗	x	✗	✓	✓	✗
TRUE	5	7	6	8	4	4	5	4	7	6	5	5	6	5	7	5	8	5	5	6	5	5	5	7	7	5
FALSE	4	2	3	1	5	5	4	5	2	3	4	4	3	4	2	4	1	4	4	3	4	4	4	2	2	4
True Percentage	56%	78%	67%	89%	44%	44%	56%	44%	78%	67%	56%	56%	67%	56%	78%	56%	89%	56%	56%	67%	56%	56%	56%	78%	78%	56%

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

18	8	69.23%
19	7	73.08%
19	7	73.08%
16	10	61.54%
15	11	57.69%
19	7	73.08%
17	9	65.38%
17	9	65.38%
7	19	26.92%

Recognition Rate
62.8%



الجدول (18-5) "NFD- Set 2&3" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الثانية والثالثة كعينات تدريب بطريقة NFD

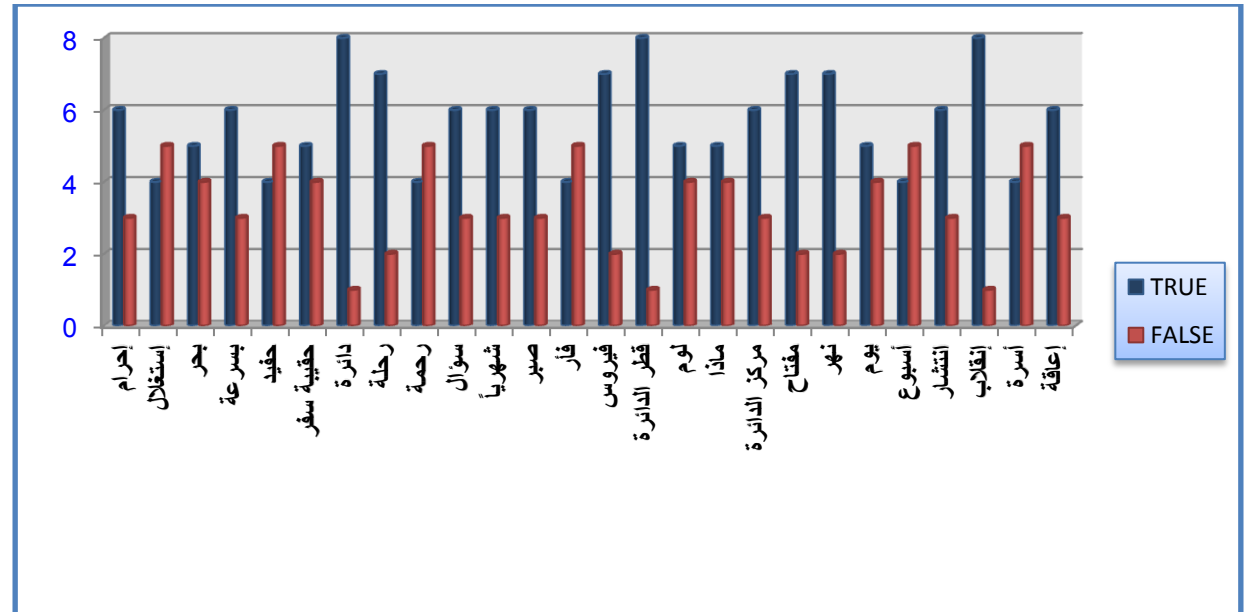
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓
Set 4	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x
Set 5	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 6	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x
Set 7	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 8	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	x
Set 9	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓
Set 10	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 11	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓

TRUE	6	4	5	6	4	5	8	7	4	6	6	6	4	7	8	5	5	6	7	7	5	4	6	8	4	6
FALSE	3	5	4	3	5	4	1	2	5	3	3	3	5	2	1	4	4	3	2	2	4	5	3	1	5	3
True Percentage	67 %	44 %	56 %	67 %	44 %	56 %	89 %	78 %	44 %	67 %	67 %	67 %	44 %	78 %	89 %	56 %	56 %	67 %	78 %	78 %	56 %	44 %	67 %	89 %	44 %	67 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

13	13	50.00%
13	13	50.00%
18	8	69.23%
16	10	61.54%
21	5	80.77%
17	9	65.38%
17	9	65.38%
20	6	76.92%
14	12	53.85%

Recognition Rate
63.7%



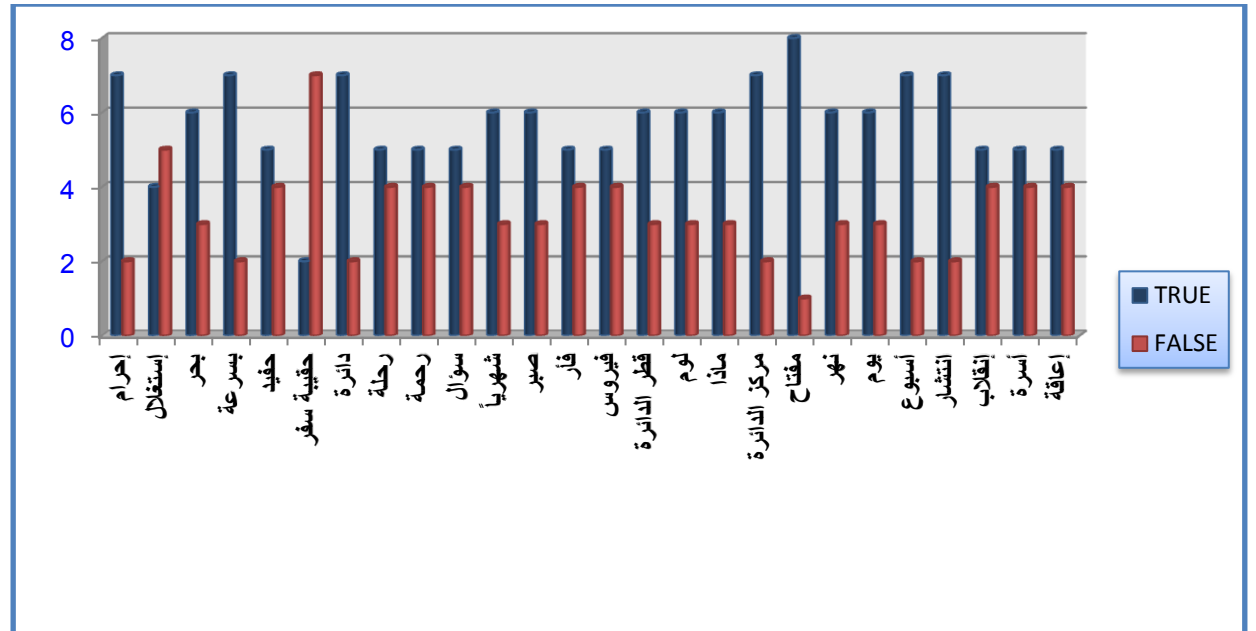
الجدول (19-5) "AFD- Set 2&3" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الثانية والثالثة كعينات تدريب بطريقة AFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	X
Set 4	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Set 5	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	X
Set 6	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 8	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	X
Set 9	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓
Set 10	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 11	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓
TRUE	7	4	6	7	5	2	7	5	5	5	6	6	5	5	6	6	6	7	8	6	6	7	7	5	5	5
FALSE	2	5	3	2	4	7	2	4	4	4	3	3	4	4	3	3	3	2	1	3	3	2	2	4	4	4
True Percentage	78 %	44 %	67 %	78 %	56 %	22 %	78 %	56 %	56 %	56 %	67 %	67 %	56 %	56 %	67 %	67 %	67 %	78 %	89 %	67 %	67 %	78 %	78 %	56 %	56 %	56 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	-----------------------

16	10	61.54%
15	11	57.69%
17	9	65.38%
14	12	53.85%
21	5	80.77%
15	11	57.69%
17	9	65.38%
19	7	73.08%
15	11	57.69%

Recognition Rate
63.7%



الجدول (20-5) "SD- Set 2&3" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الثانية والثالثة كعينات تدريب بطريقة SD

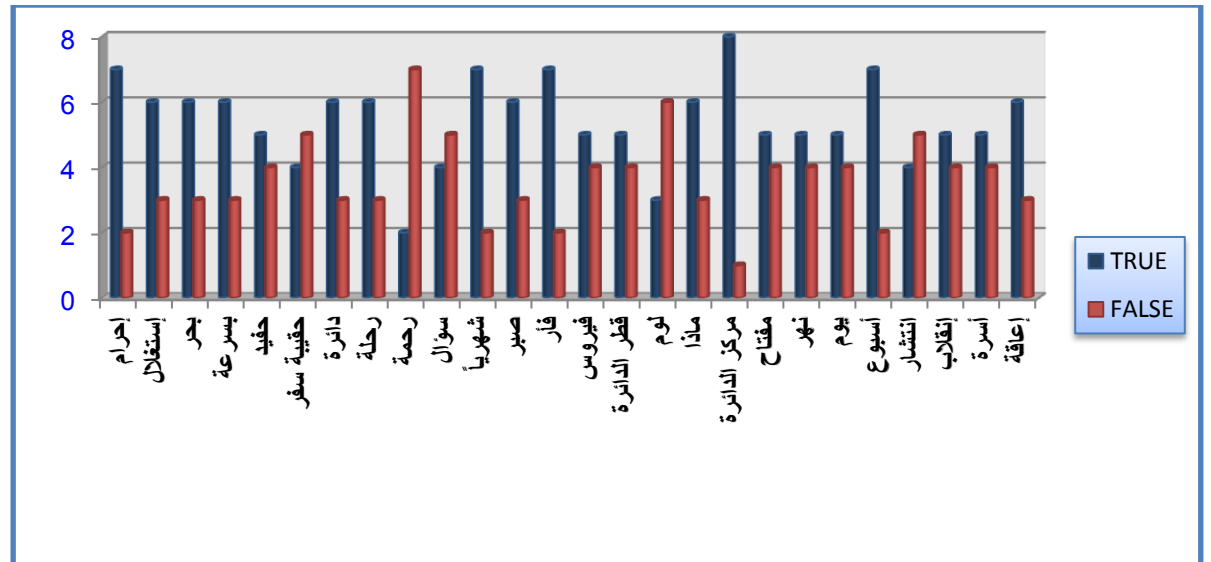
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓
Set 4	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 5	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	✓
Set 6	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	x
Set 7	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x
Set 8	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓
Set 9	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	x
Set 11	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

TRUE	7	6	6	6	5	4	6	6	2	4	7	6	7	5	5	3	6	8	5	5	5	7	4	5	5	6
FALSE	2	3	3	3	4	5	3	3	7	5	2	3	2	4	4	6	3	1	4	4	4	2	5	4	4	3
True Percentage	78 %	67 %	67 %	67 %	56 %	44 %	67 %	67 %	22 %	44 %	78 %	67 %	78 %	56 %	56 %	33 %	67 %	89 %	56 %	56 %	56 %	78 %	44 %	56 %	56 %	67 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

16	10	61.54%
19	7	73.08%
10	16	38.46%
13	13	50.00%
18	8	69.23%
17	9	65.38%
16	10	61.54%
15	11	57.69%
17	9	65.38%

Recognition Rate
60.3%



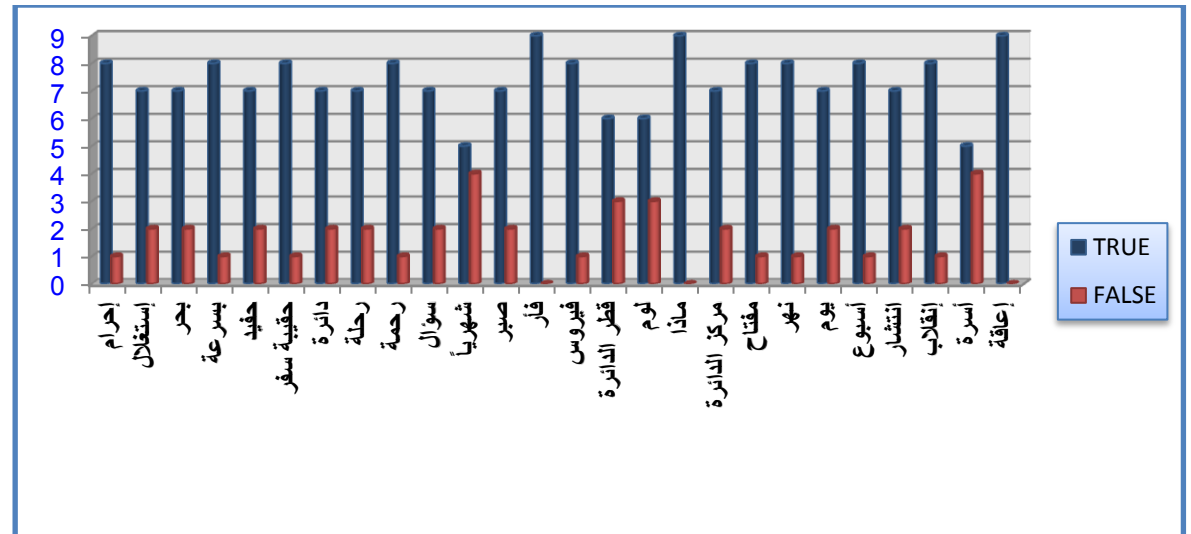
الجدول (21-5) "Sub- Set 4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة Sub

Word	إحرام	استغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فلر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 2	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 3	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 6	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 8	✓	x	X	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 11	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓
TRUE	8	7	7	8	7	8	7	7	8	7	5	7	9	8	6	6	9	7	8	8	7	8	7	8	5	9
FALSE	1	2	2	1	2	1	2	2	1	2	4	2	0	1	3	3	0	2	1	1	2	1	2	1	4	0
True Percentage	89 %	78 %	78 %	89 %	78 %	89 %	78 %	78 %	89 %	78 %	56 %	78 %	100 %	89 %	67 %	67 %	100 %	78 %	89 %	89 %	78 %	89 %	78 %	89 %	56 %	100 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

19	7	73.08%
21	5	80.77%
20	6	76.92%
22	4	84.62%
24	2	92.31%
18	8	69.23%
23	3	88.46%
24	2	92.31%
20	6	76.92%

Recognition Rate
81.6%



الجدول (22-5) "FD- Set 4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة FD

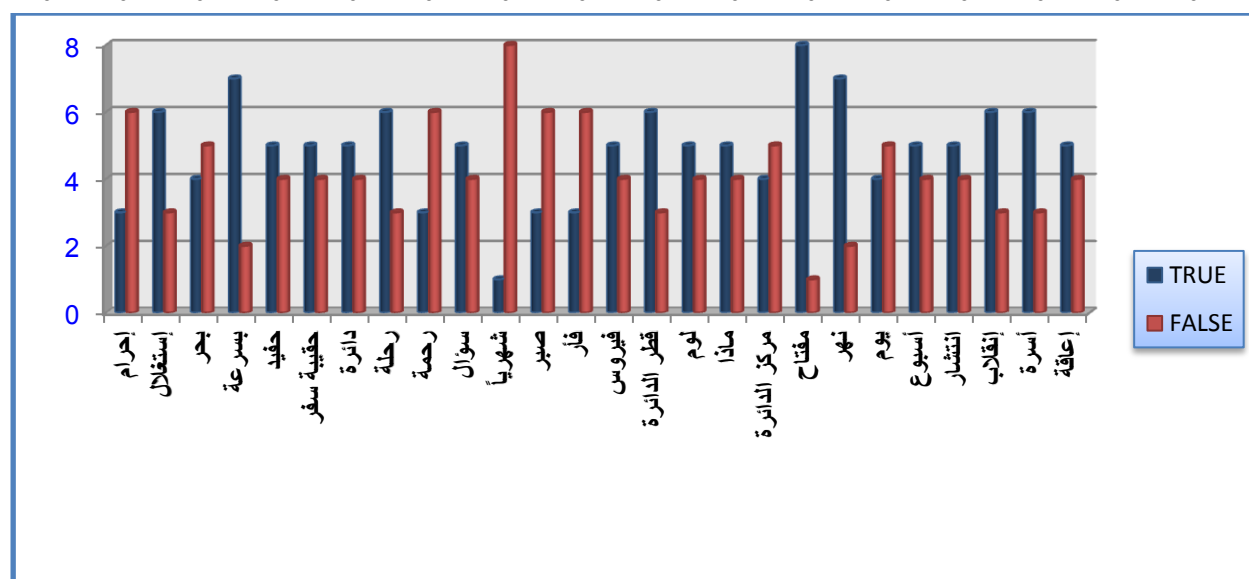
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 2	x	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 3	x	✓	X	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	X
Set 6	x	✓	X	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	X
Set 7	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 8	x	✓	X	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓
Set 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	X
Set 10	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓
Set 11	x	x	X	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	X

TRUE	3	6	4	7	5	5	5	6	3	5	1	3	3	5	6	5	5	4	8	7	4	5	5	6	6	5
FALSE	6	3	5	2	4	4	4	3	6	4	8	6	6	4	3	4	4	5	1	2	5	4	4	3	3	4
True Percentage	33 %	67 %	44 %	78 %	56 %	56 %	56 %	67 %	33 %	56 %	11 %	33 %	33 %	56 %	67 %	56 %	56 %	44 %	89 %	78 %	44 %	56 %	56 %	67 %	67 %	56 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

15	11	57.69%
16	10	61.54%
3	23	11.54%
17	9	65.38%
20	6	76.92%
18	8	69.23%
14	12	53.85%
16	10	61.54%
8	18	30.77%

Recognition Rate
54.3%



الجدول (23-5) "PFD- Set 4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة PFD

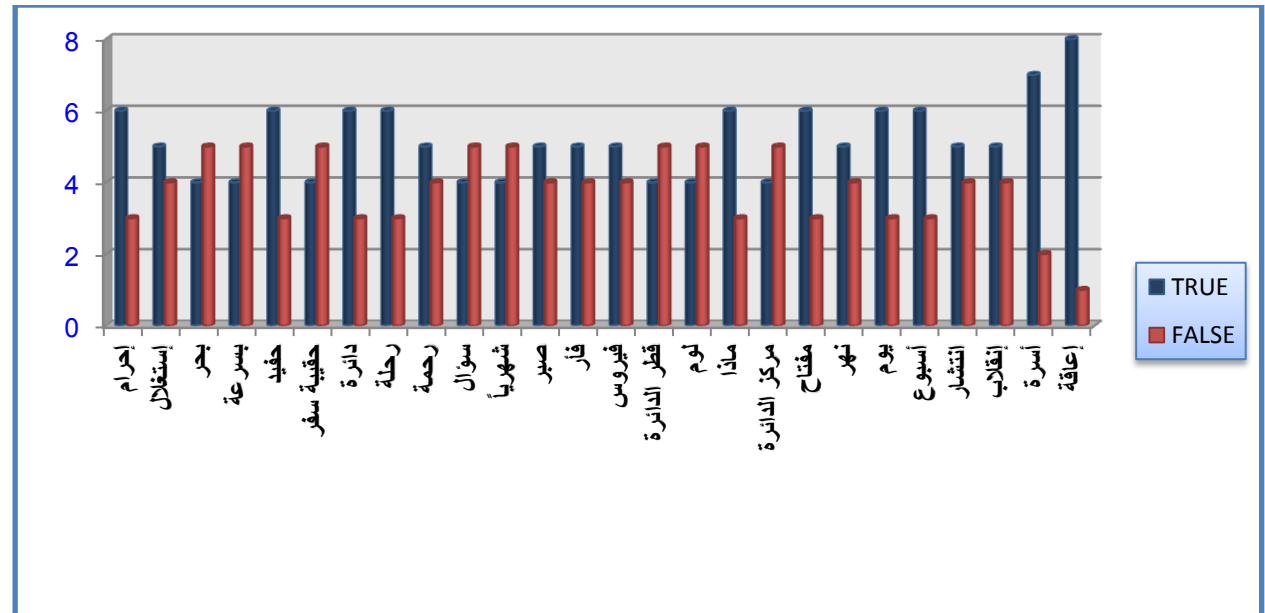
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقعة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 2	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 3	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 6	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x
Set 7	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 8	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓
Set 9	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓
Set 10	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
Set 11	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓

TRUE	6	5	4	4	6	4	6	6	5	4	4	5	5	5	4	4	6	4	6	5	6	6	5	5	7	8
FALSE	3	4	5	5	3	5	3	3	4	5	5	4	4	4	5	5	3	5	3	4	3	3	4	4	2	1
True Percentage	67 %	56 %	44 %	44 %	67 %	44 %	67 %	67 %	56 %	44 %	44 %	56 %	56 %	56 %	44 %	44 %	67 %	44 %	67 %	56 %	67 %	67 %	56 %	56 %	78 %	89 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

15	11	57.69%
13	13	50.00%
14	12	53.85%
17	9	65.38%
17	9	65.38%
16	10	61.54%
12	14	46.15%
14	12	53.85%
17	9	65.38%

Recognition Rate
57.7%



الجدول (24-5) "NFD- Set 4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة NFD

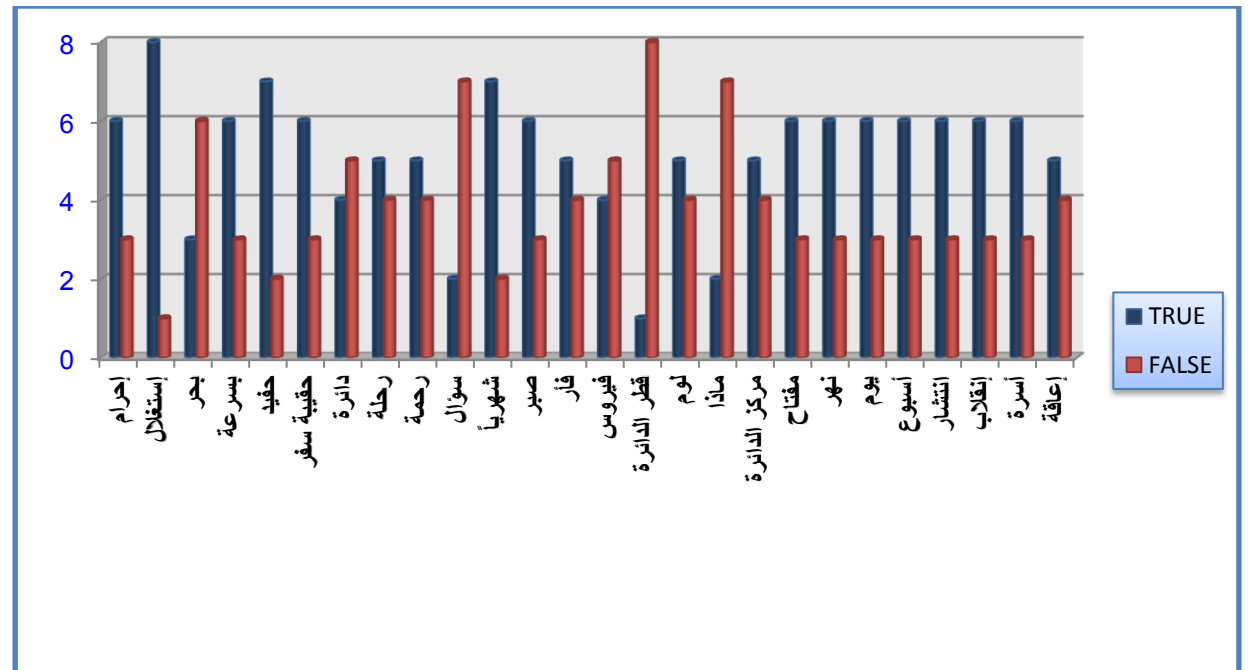
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	X
Set 2	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 3	✗	✓	✗	x	x	✗	✓	✗	✗	✗	✗	✓	✓	x	x	✗	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✗	✓	x	X
Set 6	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	X
Set 7	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓
Set 8	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	x	✓	✓	✗	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	X
Set 11	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	x	✗	✗	✓	✓	✗	✗	x	✗	✗	x	✓	✗	✓	x	✓	✗	✓	✓

TRUE	6	8	3	6	7	6	4	5	5	2	7	6	5	4	1	5	2	5	6	6	6	6	6	6	6	5
FALSE	3	1	6	3	2	3	5	4	4	7	2	3	4	5	8	4	7	4	3	3	3	3	3	3	3	4
True Percentage	67 %	89 %	33 %	67 %	78 %	67 %	44 %	56 %	56 %	22 %	78 %	67 %	56 %	44 %	11 %	56 %	22 %	56 %	67 %	67 %	67 %	67 %	67 %	67 %	67 %	56 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

20	6	76.92%
18	8	69.23%
8	18	30.77%
15	11	57.69%
16	10	61.54%
15	11	57.69%
17	9	65.38%
14	12	53.85%
11	15	42.31%

Recognition Rate
57.3%



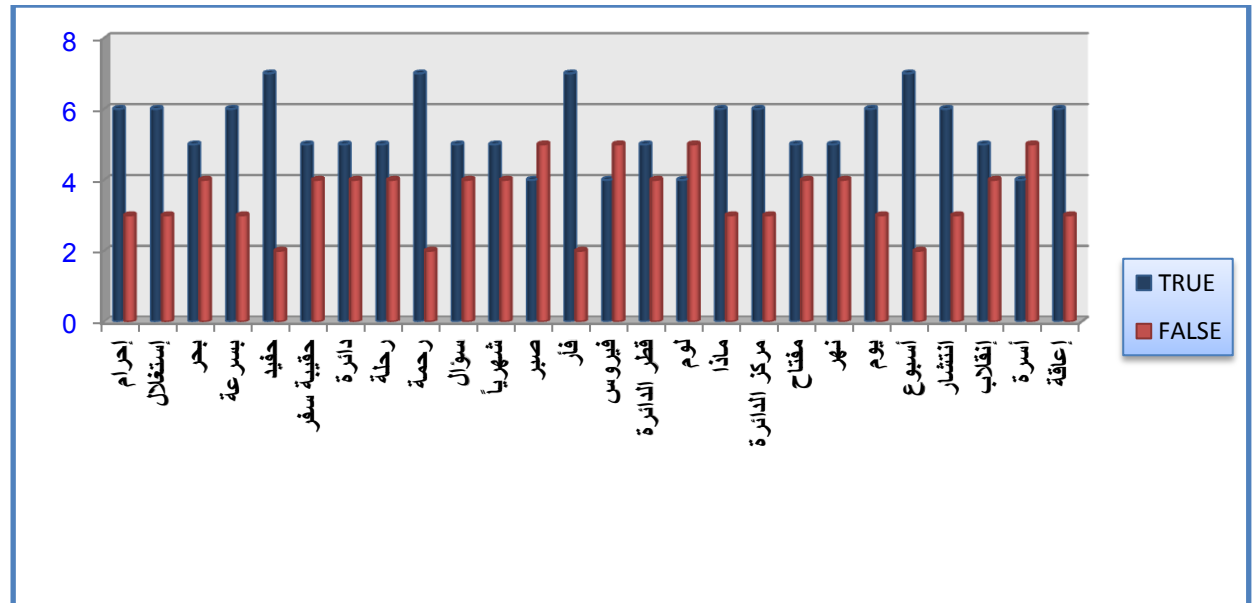
الجدول (25-5) "AFD- Set 4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة AFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	X
Set 2	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓
Set 3	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	X
Set 6	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓
Set 7	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 8	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓
Set 9	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 11	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	x	X
TRUE	6	6	5	6	7	5	5	5	7	5	5	4	7	4	5	4	6	6	5	5	6	7	6	5	4	6
FALSE	3	3	4	3	2	4	4	4	2	4	4	5	2	5	4	5	3	3	4	4	3	2	3	4	5	3
True Percentage	67 %	67 %	56 %	67 %	78 %	56 %	56 %	56 %	78 %	56 %	56 %	44 %	78 %	44 %	56 %	44 %	67 %	67 %	56 %	56 %	67 %	78 %	67 %	56 %	44 %	67 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

21	5	80.77%
18	8	69.23%
5	21	19.23%
18	8	69.23%
21	5	80.77%
17	9	65.38%
20	6	76.92%
20	6	76.92%
2	24	7.69%

Recognition Rate
60.7%



الجدول (26-5) "SD- Set 4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين الرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة SD

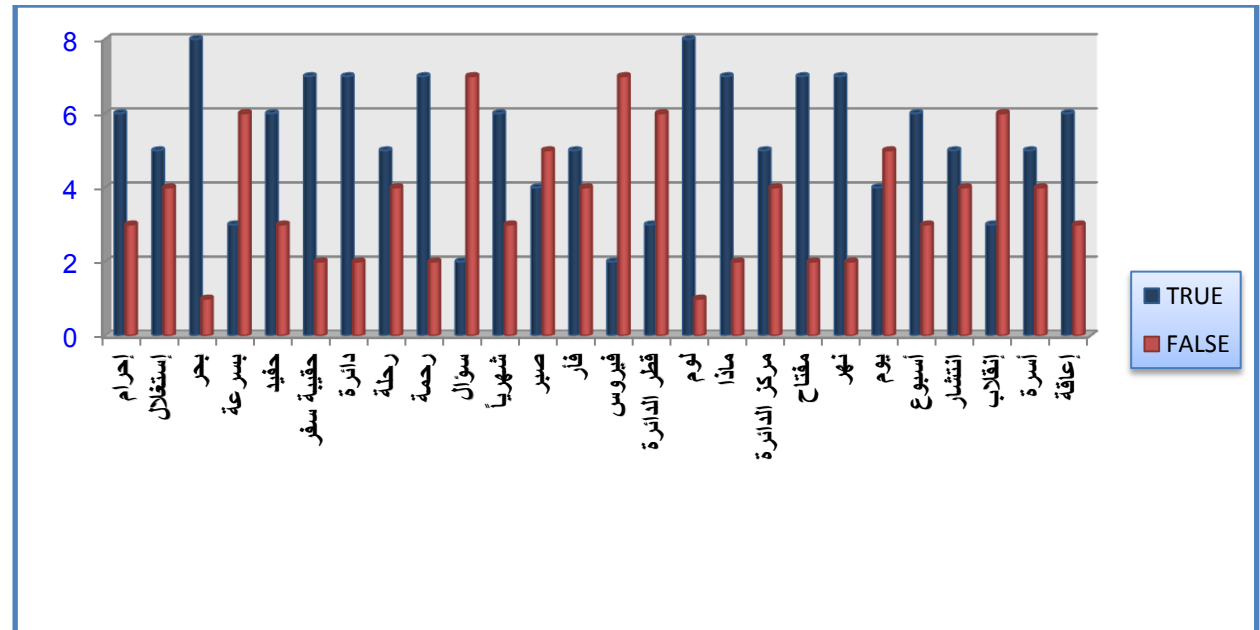
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 2	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓
Set 3	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓
Set 6	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓
Set 7	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x
Set 8	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x
Set 9	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x
Set 10	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓

TRUE	6	5	8	3	6	7	7	5	7	2	6	4	5	2	3	8	7	5	7	7	4	6	5	3	5	6
FALSE	3	4	1	6	3	2	2	4	2	7	3	5	4	7	6	1	2	4	2	2	5	3	4	6	4	3
True Percentage	67 %	56 %	89 %	33 %	67 %	78 %	78 %	56 %	78 %	22 %	67 %	44 %	56 %	22 %	33 %	89 %	78 %	56 %	78 %	78 %	44 %	67 %	56 %	33 %	56 %	67 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

17	9	65.38%
13	13	50.00%
16	10	61.54%
16	10	61.54%
14	12	53.85%
10	16	38.46%
16	10	61.54%
19	7	73.08%
18	8	69.23%

Recognition Rate
59.4%



الجدول (27-5) "Sub- Set 6&7" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين السادسة والسابعة كعينات تدريب بطريقة Sub

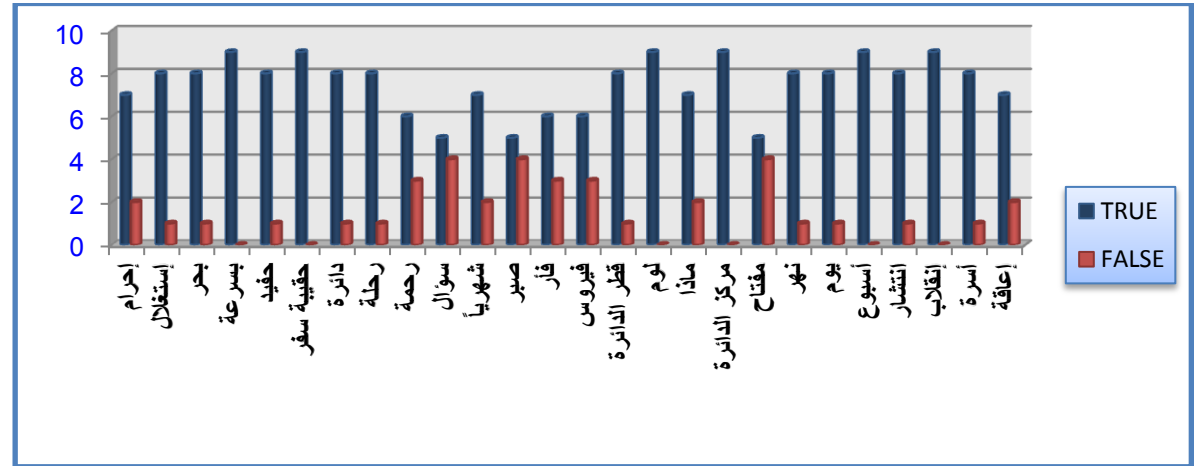
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهيراً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 2	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 3	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 4	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 5	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 8	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓

TRUE	7	8	8	9	8	9	8	8	6	5	7	5	6	6	8	9	7	9	5	8	8	9	8	9	8	7
FALSE	2	1	1	0	1	0	1	1	3	4	2	4	3	3	1	0	2	0	4	1	1	0	1	0	1	2
True Percentag e	78 %	89 %	89 %	100 %	89 %	100 %	89 %	89 %	67 %	56 %	78 %	56 %	67 %	67 %	89 %	100 %	78 %	100 %	56 %	89 %	89 %	100 %	89 %	100 %	89 %	78 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	-----------------------

23	3	88.46%
22	4	84.62%
21	5	80.77%
21	5	80.77%
24	2	92.31%
23	3	88.46%
23	3	88.46%
19	7	73.08%
19	7	73.08%

Recognition Rate
83.3%



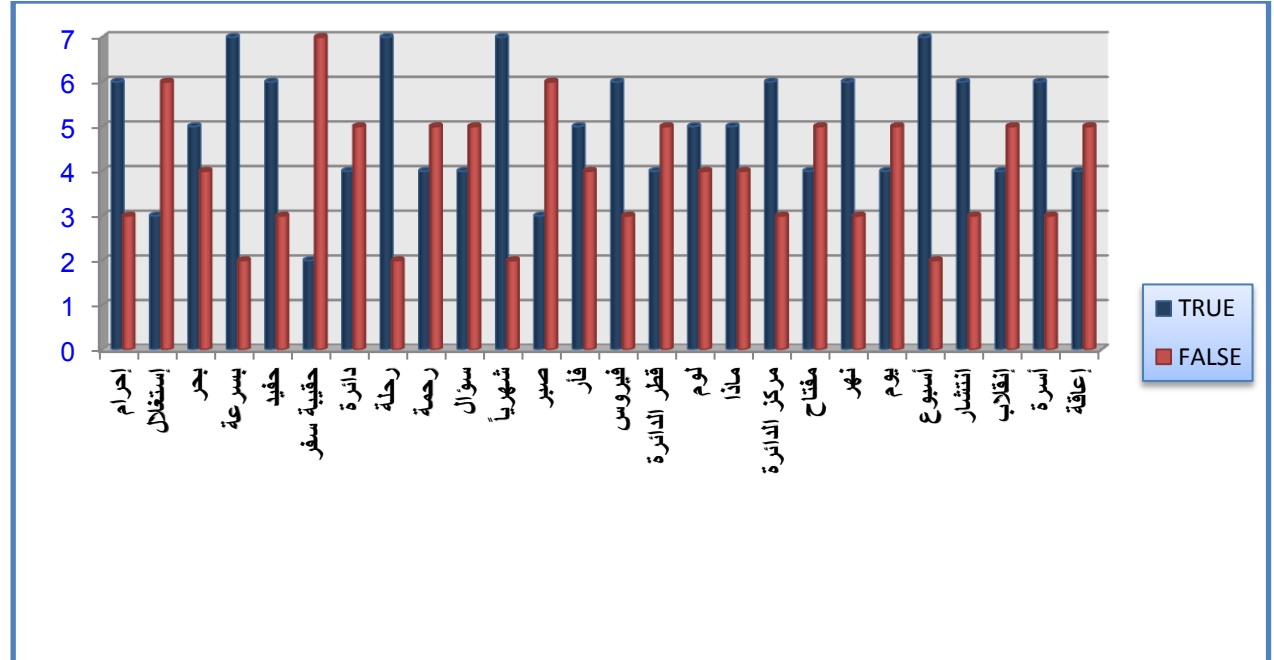
الجدول (28-5) "FD- Set 6&7" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين السادسة والسابعة كعينات تدريب بطريقة FD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 2	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x
Set 3	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	x	x
Set 4	x	x	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 5	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	x
Set 8	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x
Set 10	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓
Set 11	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x
TRUE	6	3	5	7	6	2	4	7	4	4	7	3	5	6	4	5	5	6	4	6	4	7	6	4	6	4
FALSE	3	6	4	2	3	7	5	2	5	5	2	6	4	3	5	4	4	3	5	3	5	2	3	5	3	5
True Percentage	67 %	33 %	56 %	78 %	67 %	22 %	44 %	78 %	44 %	44 %	78 %	33 %	56 %	67 %	44 %	56 %	56 %	67 %	44 %	67 %	44 %	78 %	67 %	44 %	67 %	44 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

22	4	84.62%
12	14	46.15%
4	22	15.38%
11	15	42.31%
13	13	50.00%
17	9	65.38%
19	7	73.08%
13	13	50.00%
19	7	73.08%

Recognition Rate
55.6%



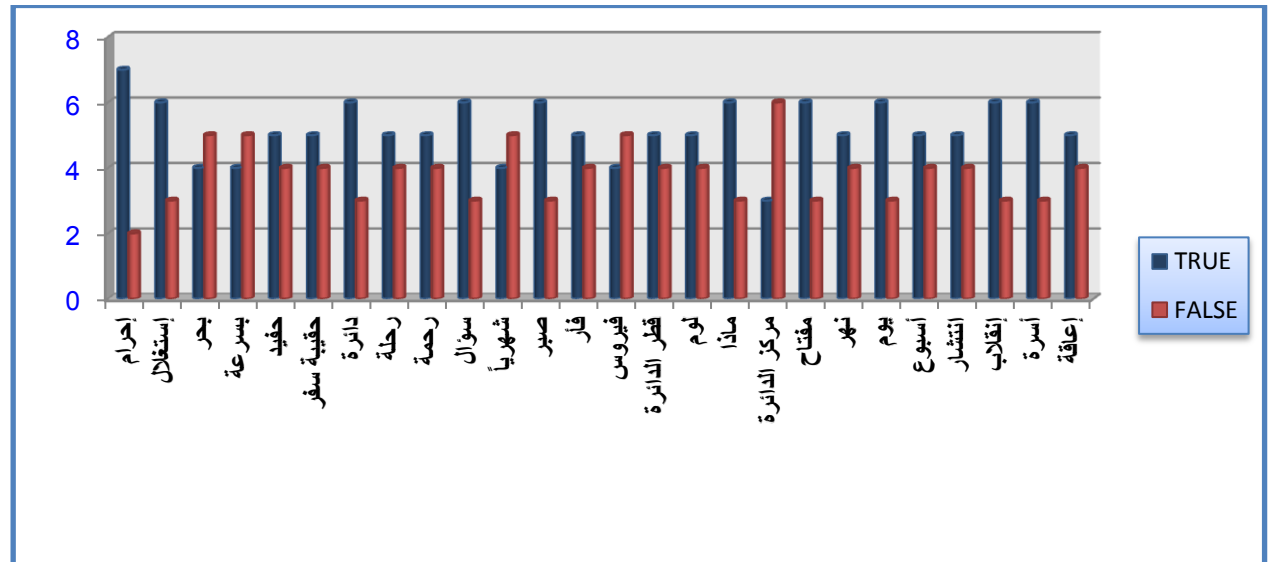
الجدول (29-5) "PFD- Set 6&7" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين السادسة والسابعة كعينات تدريب بطريقة PFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 2	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	✓	✗	✓	x	x	x
Set 3	✓	✓	✓	✗	x	✓	✓	✗	x	✓	x	✗	✗	✗	✗	✓	x	✓	✓	✓	✗	✓	x	✗	✗	✗
Set 4	x	x	x	✓	✗	x	x	✗	✓	x	x	x	✗	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 5	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 8	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 9	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x
Set 11	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✗	✗	✗	x	✓	✓	✗	✗	✗	✓	x	x	✗	✓	✓	✗
TRUE	7	6	4	4	5	5	6	5	5	6	4	6	5	4	5	5	6	3	6	5	6	5	5	6	6	5
FALSE	2	3	5	5	4	4	3	4	4	3	5	3	4	5	4	4	3	6	3	4	3	4	4	3	3	4
True Percentage	78 %	67 %	44 %	44 %	56 %	56 %	67 %	56 %	56 %	67 %	44 %	67 %	56 %	44 %	56 %	56 %	67 %	33 %	67 %	56 %	67 %	56 %	56 %	67 %	67 %	56 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

21	5	80.77%
11	15	42.31%
11	15	42.31%
11	15	42.31%
16	10	61.54%
19	7	73.08%
17	9	65.38%
19	7	73.08%
10	16	38.46%

Recognition Rate
57.7 %



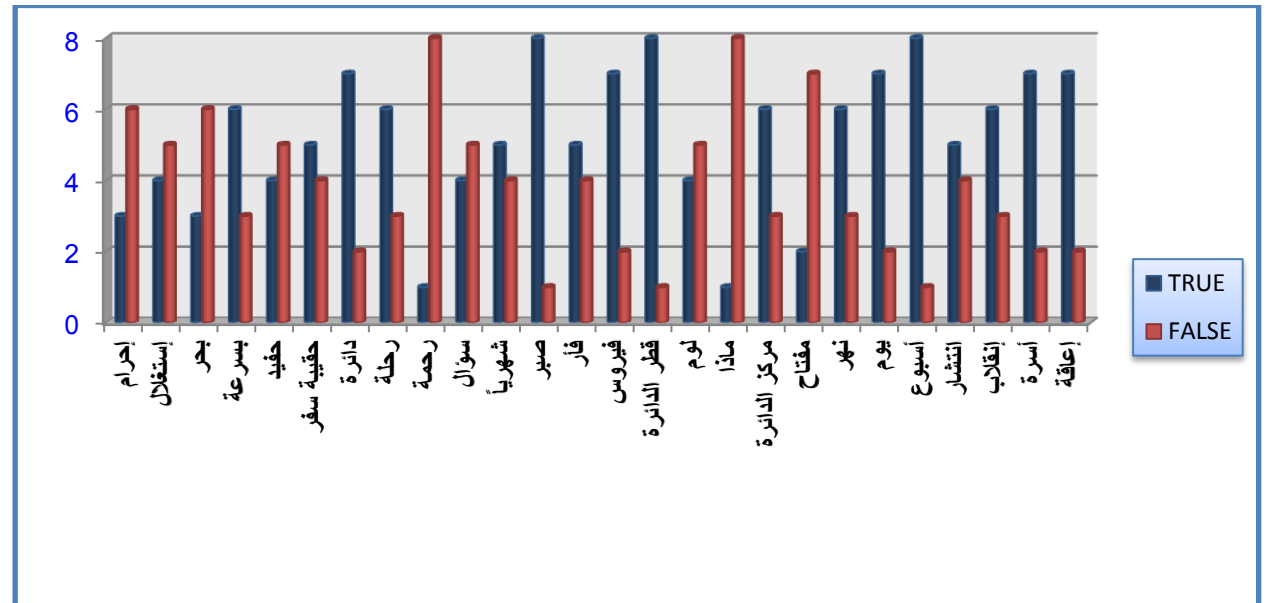
الجدول (30-5) "NFD- Set 6&7" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين السادسة والسابعة كعينات تدريب بطريقة NFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقاة
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	X
Set 2	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 3	x	x	x	✓	x	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 4	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 5	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	✓	x
Set 8	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 9	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
Set 11	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓
TRUE	3	4	3	6	4	5	7	6	1	4	5	8	5	7	8	4	1	6	2	6	7	8	5	6	7	7
FALSE	6	5	6	3	5	4	2	3	8	5	4	1	4	2	1	5	8	3	7	3	2	1	4	3	2	2
True Percentage	33 %	44 %	33 %	67 %	44 %	56 %	78 %	67 %	11 %	44 %	56 %	89 %	56 %	78 %	89 %	44 %	11 %	67 %	22 %	67 %	78 %	89 %	56 %	67 %	78 %	78 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

16	10	61.54%
18	8	69.23%
9	17	34.62%
15	11	57.69%
13	13	50.00%
16	10	61.54%
17	9	65.38%
14	12	53.85%
17	9	65.38%

Recognition Rate
57.7%



الجدول (31-5) "AFD- Set 6&7" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين السادسة والسابعة كعينات تدريب بطريقة AFD

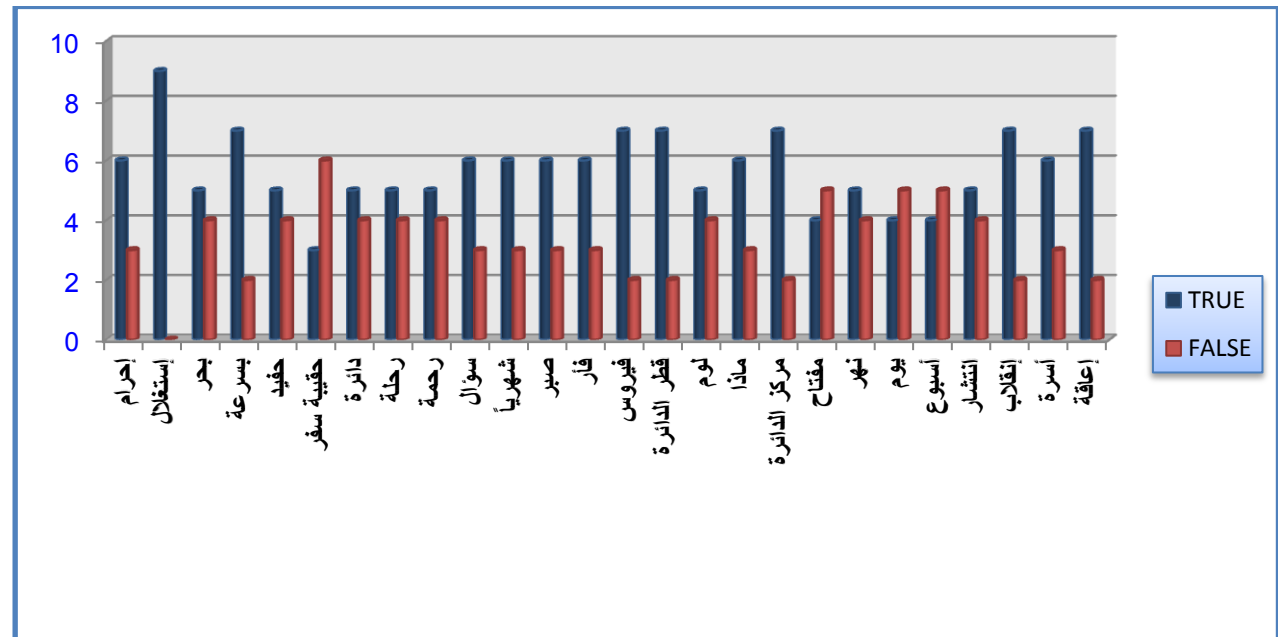
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	✓
Set 2	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	x	✓
Set 3	x	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 4	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 5	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓
Set 8	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 9	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 10	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x
Set 11	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	✓

TRUE	6	9	5	7	5	3	5	5	5	6	6	6	6	7	7	5	6	7	4	5	4	4	5	7	6	7
FALSE	3	0	4	2	4	6	4	4	4	3	3	3	3	2	2	4	3	2	5	4	5	5	4	2	3	2
True Percentage	67 %	100 %	56 %	78 %	56 %	33 %	56 %	56 %	56 %	67 %	67 %	67 %	67 %	78 %	78 %	56 %	67 %	78 %	44 %	56 %	44 %	44 %	56 %	78 %	67 %	78 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

15	11	57.69%
17	9	65.38%
15	11	57.69%
17	9	65.38%
18	8	69.23%
19	7	73.08%
16	10	61.54%
15	11	57.69%
16	10	61.54%

Recognition Rate
63.2%



الجدول (32-5) "SD- Set 6&7" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام المجموعتين السادسة والسابعة كعينات تدريب بطريقة SD

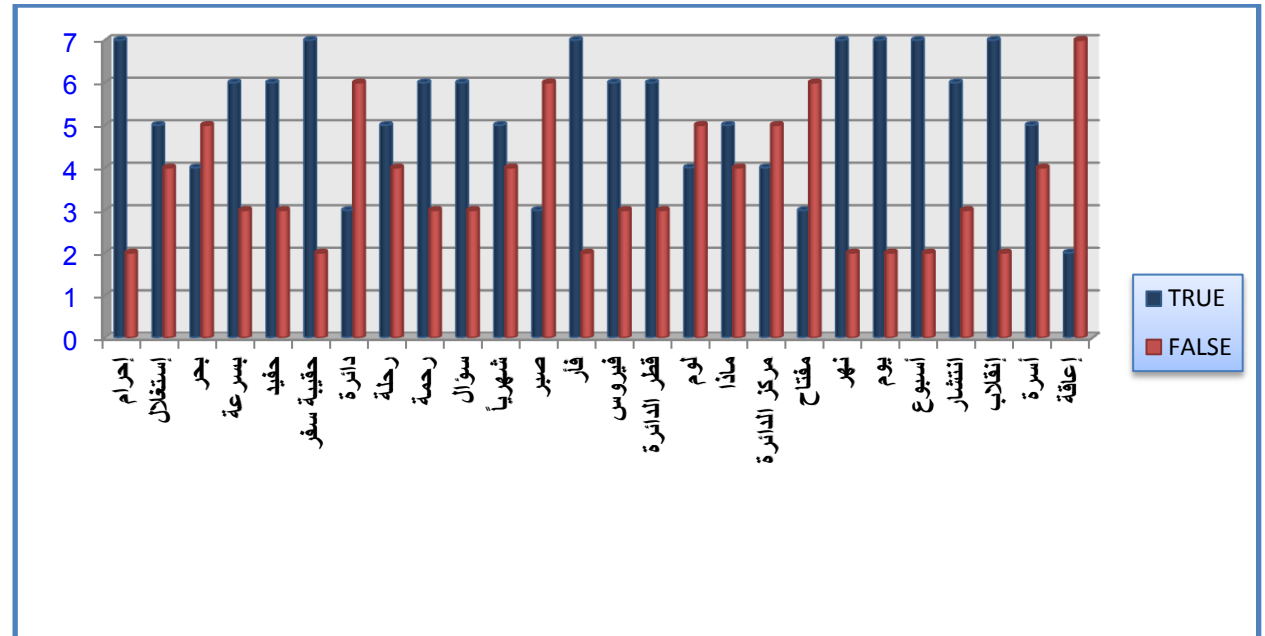
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 1	x	✓	X	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x
Set 2	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x
Set 3	✓	✓	X	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 4	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x
Set 5	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	x	x
Set 8	✓	✓	X	x	✓	x	x	x	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓
Set 9	x	x	X	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 10	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x
Set 11	✓	✓	X	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x

TRUE	7	5	4	6	6	7	3	5	6	6	5	3	7	6	6	4	5	4	3	7	7	7	6	7	5	2
FALSE	2	4	5	3	3	2	6	4	3	3	4	6	2	3	3	5	4	5	6	2	2	2	3	2	4	7
True Percentage	78 %	56 %	44 %	67 %	67 %	78 %	33 %	56 %	67 %	67 %	56 %	33 %	78 %	67 %	67 %	44 %	56 %	44 %	33 %	78 %	78 %	78 %	67 %	78 %	56 %	22 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

11	15	42.31%
17	9	65.38%
18	8	69.23%
19	7	73.08%
16	10	61.54%
13	13	50.00%
15	11	57.69%
14	12	53.85%
16	10	61.54%

Recognition Rate
59.4%



الجدول (33-5) "Sub- Set 1,2,3,4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة Sub

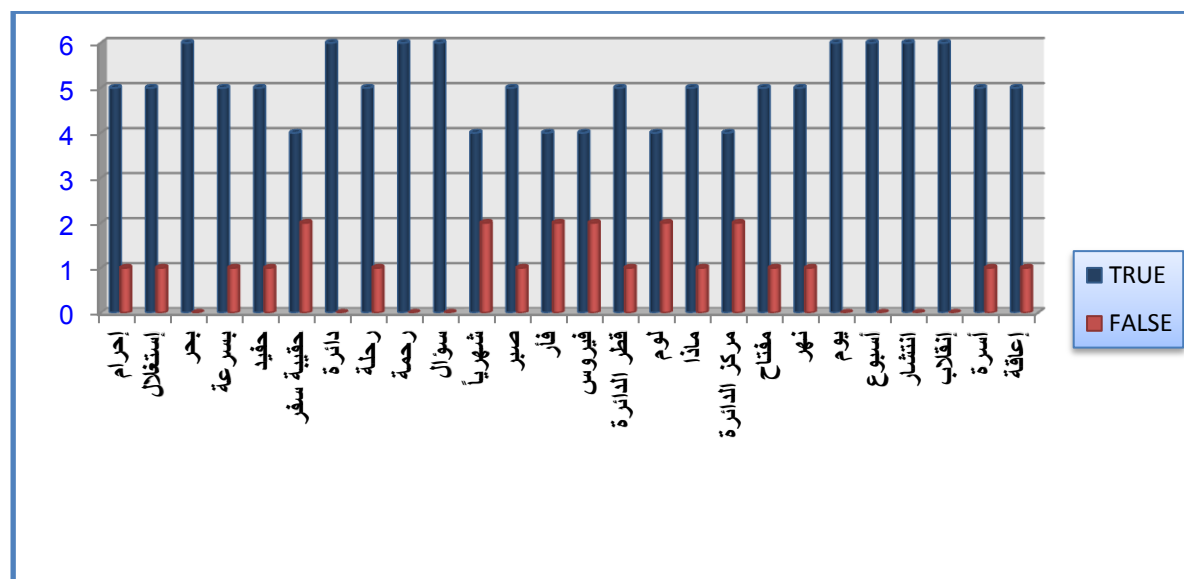
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فأر	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 6	X	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X
Set 7	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓
Set 8	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

TRUE	5	5	6	5	5	4	6	5	6	6	4	5	4	4	5	4	5	4	5	5	6	6	6	6	5	5
FALSE	1	1	0	1	1	2	0	1	0	0	2	1	2	2	1	2	1	2	1	1	0	0	0	0	1	1
True Percenta ge	83 %	83 %	100 %	83 %	83 %	67 %	100 %	83 %	100 %	100 %	67 %	83 %	67 %	67 %	83 %	67 %	83 %	67 %	83 %	83 %	100 %	100 %	100 %	100 %	83 %	83 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

22	4	85%
21	5	81%
23	3	88%
25	1	96%
21	5	81%
20	6	77%

Recognition Rate
84.6%



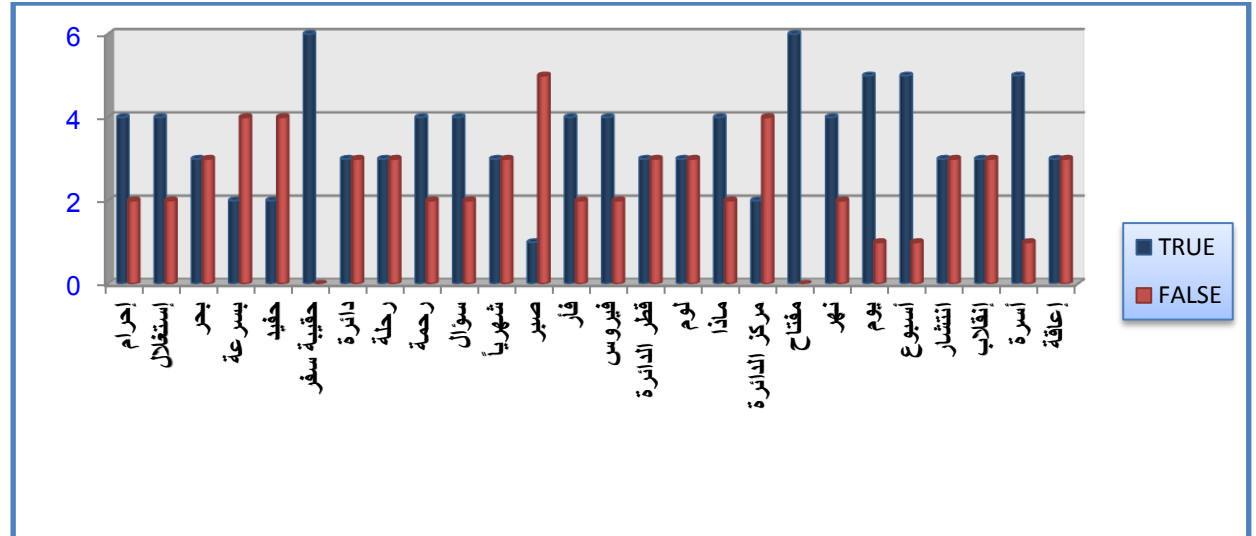
الجدول (34-5) "FD- Set 1,2,3,4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة FD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 6	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x
Set 8	✓	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x
Set 9	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x
Set 10	x	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓
Set 11	x	x	x	x	✓	✓	✓	✗	x	✓	x	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✗	✗	✓
TRUE	4	4	3	2	2	6	3	3	4	4	3	1	4	4	3	3	4	2	6	4	5	5	3	3	5	3
FALSE	2	2	3	4	4	0	3	3	2	2	3	5	2	2	3	3	2	4	0	2	1	1	3	3	1	3
True Percentage	67 %	67 %	50 %	33 %	33 %	100 %	50 %	50 %	67 %	67 %	50 %	17 %	67 %	67 %	50 %	50 %	67 %	33 %	100 %	67 %	83 %	83 %	50 %	50 %	83 %	50 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

15	11	58%
17	9	65%
17	9	65%
16	10	62%
17	9	65%
11	15	42%

Recognition Rate
59.6%



الجدول (35-5) "PFD- Set 1,2,3,4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة PFD

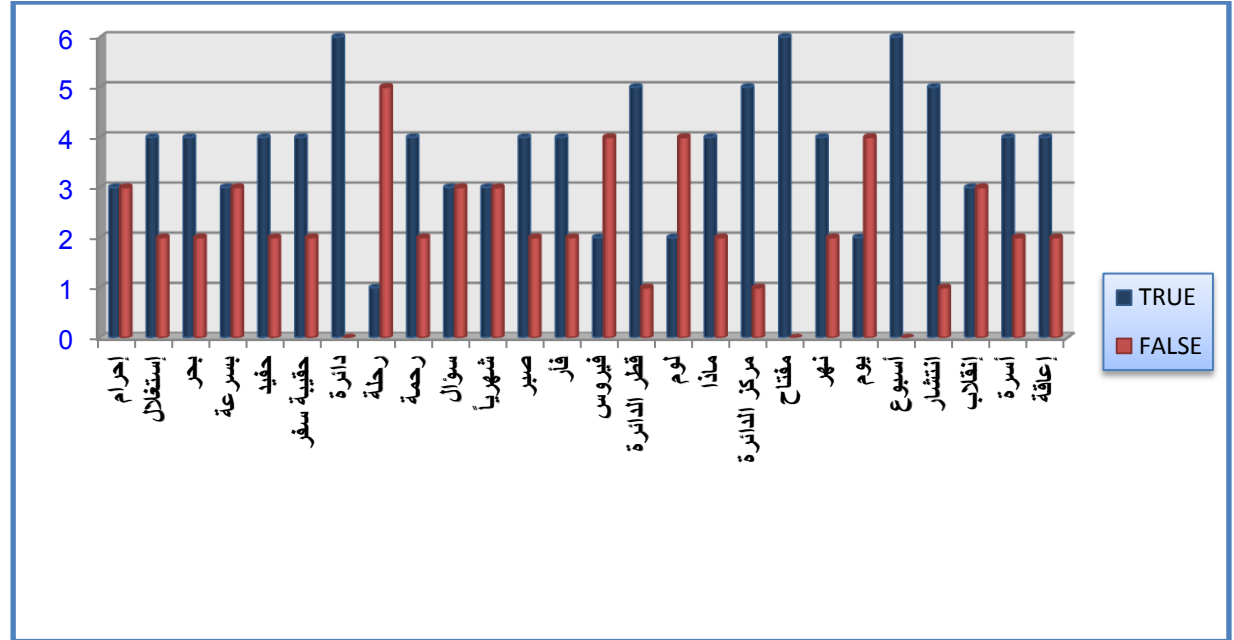
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فاز	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 6	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x
Set 7	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓
Set 8	X	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	x	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	X	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x
Set 10	X	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 11	✓	x	x	✓	x	x	✓	✗	✓	x	✓	✓	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✓	✗	x	✓

TRUE	3	4	4	3	4	4	6	1	4	3	3	4	4	2	5	2	4	5	6	4	2	6	5	3	4	4
FALSE	3	2	2	3	2	2	0	5	2	3	3	2	2	4	1	4	2	1	0	2	4	0	1	3	2	2
True Percentage	50 %	67 %	67 %	50 %	67 %	67 %	100 %	17 %	67 %	50 %	50 %	67 %	67 %	33 %	83 %	33 %	67 %	83 %	100 %	67 %	33 %	100 %	83 %	50 %	67 %	67 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

16	10	62%
17	9	65%
16	10	62%
17	9	65%
18	8	69%
15	11	58%

Recognition Rate
63.5%



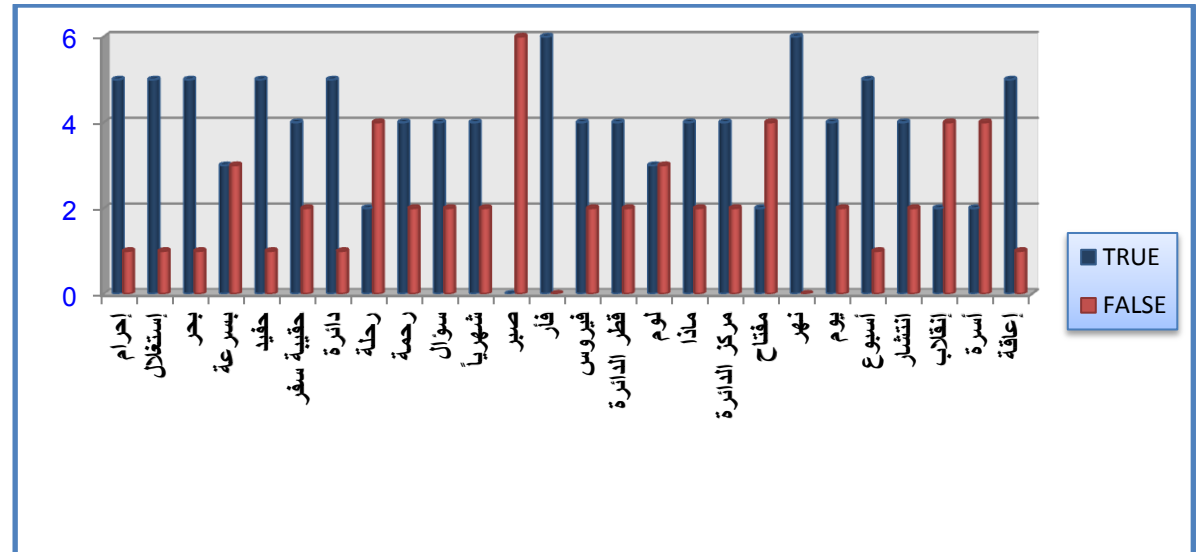
الجدول (36-5) "NFD- Set 1,2,3,4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة NFD

Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 6	✓	✓	x	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓
Set 8	✓	x	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	x	✓	X
Set 9	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓
Set 10	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	x	x	x	x	✓
TRUE	5	5	5	3	5	4	5	2	4	4	4	0	6	4	4	3	4	4	2	6	4	5	4	2	2	5
FALSE	1	1	1	3	1	2	1	4	2	2	2	6	0	2	2	3	2	2	4	0	2	1	2	4	4	1
True Percentag e	83 %	83 %	83 %	50 %	83 %	67 %	83 %	33 %	67 %	67 %	67 %	0 %	100 %	67 %	67 %	50 %	67 %	67 %	33 %	100 %	67 %	83 %	67 %	33 %	33 %	83 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

17	9	65%
20	6	77%
16	10	62%
18	8	69%
17	9	65%
13	13	50%

Recognition Rate
64.7%



الجدول (37-5) "AFD- Set 1,2,3,4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة AFD

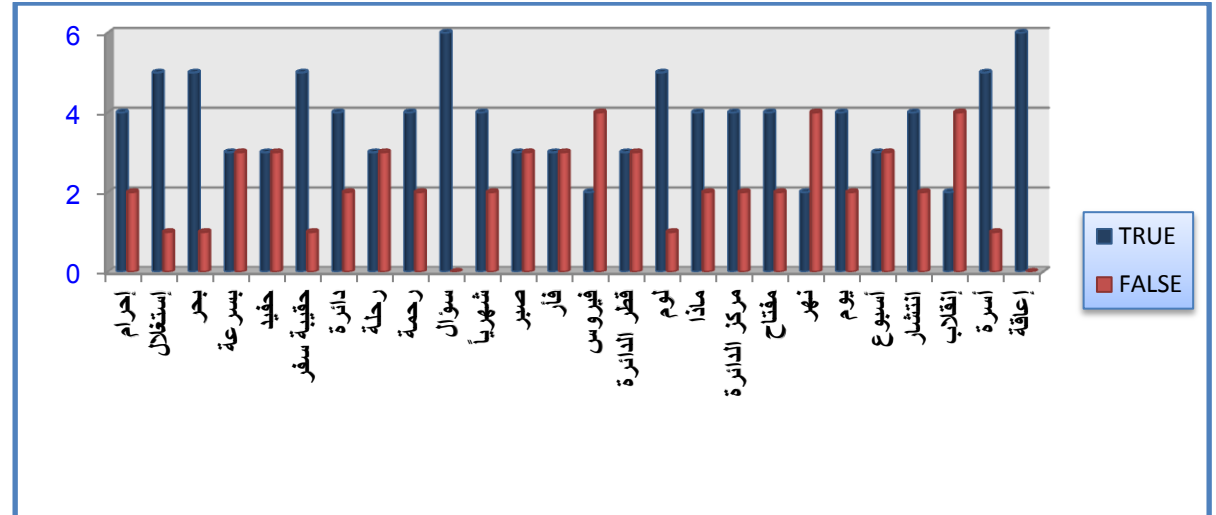
Word	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حقيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 6	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓
Set 7	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓
Set 8	X	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 9	X	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	x	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	✓	✓	✓
Set 11	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	✓	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	✓	x	x	x	x	✓

TRUE	4	5	5	3	3	5	4	3	4	6	4	3	3	2	3	5	4	4	4	2	4	3	4	2	5	6
FALSE	2	1	1	3	3	1	2	3	2	0	2	3	3	4	3	1	2	2	2	4	2	3	2	4	1	0
True Percentage	67 %	83 %	83 %	50 %	50 %	83 %	67 %	50 %	67 %	100 %	67 %	50 %	50 %	33 %	50 %	83 %	67 %	67 %	67 %	33 %	67 %	50 %	67 %	33 %	83 %	100 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

19	7	73%
21	5	81%
18	8	69%
14	12	54%
17	9	65%
11	15	42%

Recognition Rate
64.1%



الجدول (38-5) "SD- Set 1,2,3,4&5" نتيجة اختبار البرنامج باستخدام 5 مجموعات الأولى والثانية والثالثة والرابعة والخامسة كعينات تدريب بطريقة SD

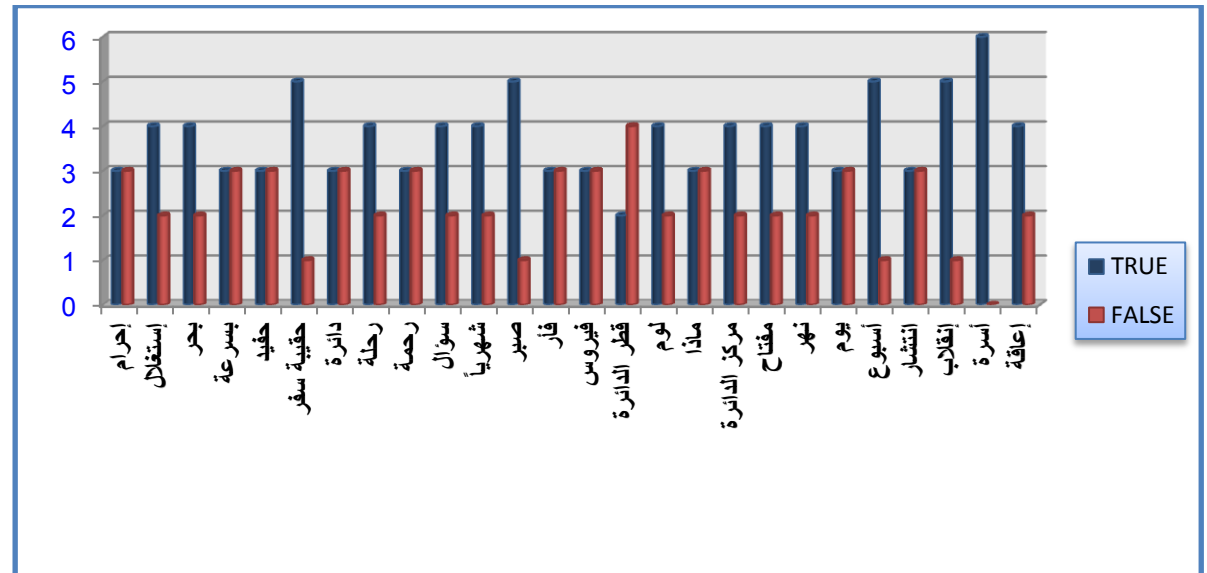
Word	إحرام	استغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيبة سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إتقلاب	أسرة	إعاقه
Word No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Set 6	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	x	x	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Set 7	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	x	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	✓	x
Set 8	x	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	x	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	x
Set 9	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	✓	x	x	✓	✓	✓	x	✓	x	✓	✓	✓	✓
Set 10	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓	x	✓	✓	✓
Set 11	x	✓	✓	✓	x	✓	x	x	x	✓	x	✓	✓	✓	x	✓	✓	x	x	✓	x	✓	✓	✓	✓	✓

TRUE	3	4	4	3	3	5	3	4	3	4	4	5	3	3	2	4	3	4	4	4	3	5	3	5	6	4
FALSE	3	2	2	3	3	1	3	2	3	2	2	1	3	3	4	2	3	2	2	2	3	1	3	1	0	2
True Percentage	50 %	67 %	67 %	50 %	50 %	83 %	50 %	67 %	50 %	67 %	67 %	83 %	50 %	50 %	33 %	67 %	50 %	67 %	67 %	67 %	50 %	83 %	50 %	83 %	100 %	67 %

TRUE	FALSE	Percentage of true
------	-------	--------------------

14	12	54%
14	12	54%
17	9	65%
18	8	69%
19	7	73%
16	10	62%

Recognition Rate
62.8%



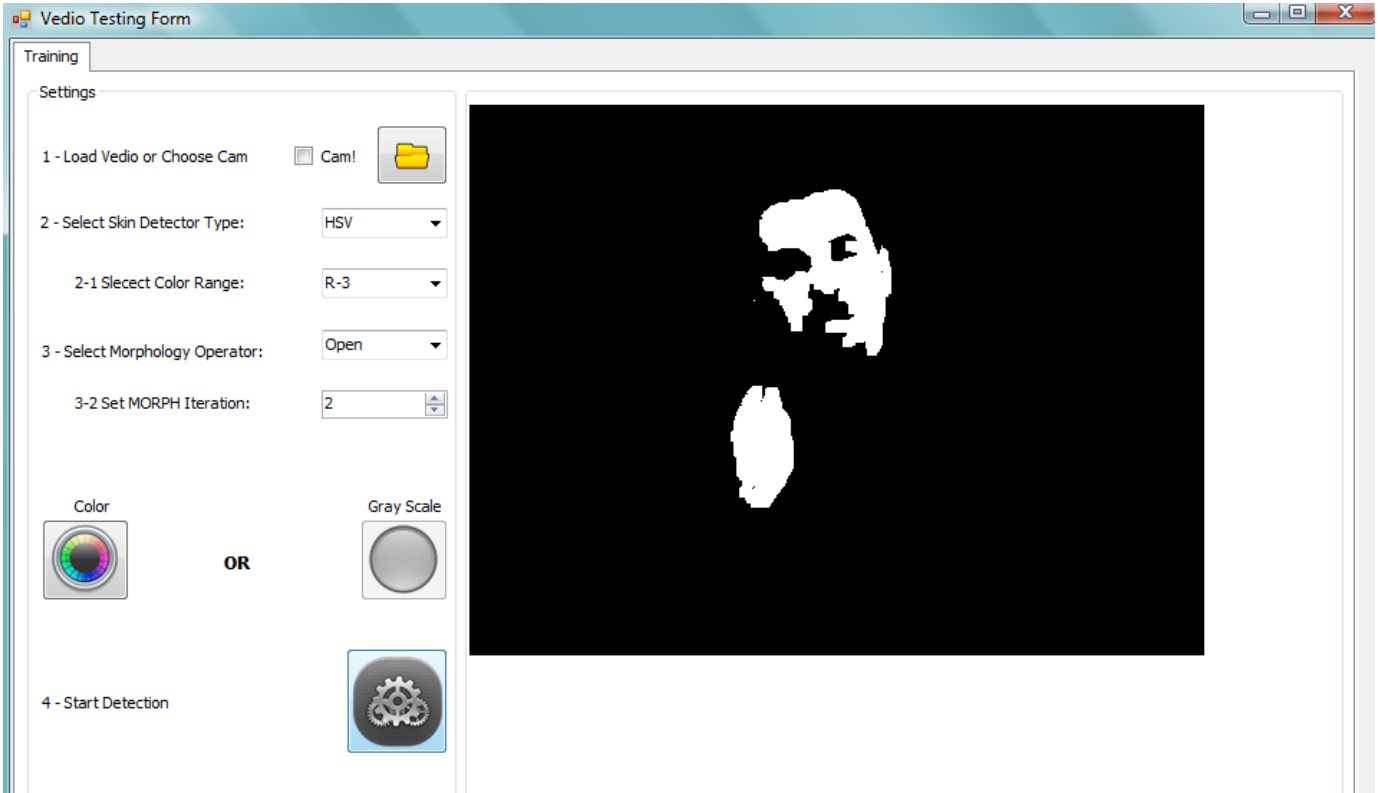
5-2) تحليل النتائج:

بداية حاولنا استخدام البيئة البرمجية ماتلاب من أجل استخلاص الأشعة المميزة من الفيديو ولكن النتيجة كانت عكس المتوقع، إذ أن المعالجة كانت جد بطيئة والاطهار كذلك مما أدى إلى ضياع معلومات مهمة ريثما يتم اظهار النتيجة وهذا ما أدى إلى اللجوء إلى البرمجة بواسطة C# لتجاوز هذه المشكلة.

أما بالنسبة لاختيار البارامترات المختلفة التي تم الاعتماد عليها عند اجراء الاختبار فكانت كما يلي:

- السماحية (HMM Tolerance): تتوقف عملية التدريب عند وصول الخطأ لهذه القيمة، اخترنا النسبة 0.00 بعد أن تم اختبار قيم أعلى، ولكن هذه القيمة أعطتنا أفضل دقة تعرف.
- التكرارية (HMM Iterations): تتوقف عملية التدريب عند إعادة عملية التدريب بمقدار هذه القيمة (عصور التدريب)، اخترنا القيمة 10 بناء على التجربة حيث أعطتنا هذه القيمة نتيجة تعرف جيدة بمتوسط زمن تدريب دقيقة واحدة لكل عينة تدريب.

طبّقنا برنامج Test Video الذي قمنا بتنفيذه أيضاً بلغة C# لنتمكن من تحديد البارامترات التالي ذكرها إذ يمكننا من رؤية الخرج عند تغيير كل من هذه البارامترات إن كان على الفيديوهات المخزنة في قاعدة المعطيات أو على الفيديو المستخلص من الكاميرا مباشرة:



الشكل (1-5) واجهة تخاطب برنامج Test Video

- Skin Detector Type: أعطى الـ HSV تعرف على الجلد بشكل أدق من YCC لذا تم استخدامه عند اجراء التدريب على مختلف العينات المختارة.
- Color Range: أعطى R3 ذات المجال الموضح في الفصل السابق تعرف أفضل من المجالين الآخرين.
- Morphology Operator: عند استخدام التمديد OPEN كمعامل مورفولوجي كانت الصورة بعد عملية المعالجة تحوي على أكبر عدد من المعلومات المفيدة.
- MORPH Iterations: الذي يمثل عدد مرات تطبيق المعامل المرفولوجي السابق على الصورة، اختبرنا قيم مختلفة فوجدنا أن تطبيقه مرتين يعطي نتائج جيدة بزمان قليل.

لاحظنا من الاختبارات المختلفة التي تم اجرائها في برنامجنا أن الطريقة الأولى Subtraction التي تعتمد على ملاحقة حركة اليد واستخلاص بيكسلات الحركة بعد تطبيق تقنيات معالجة الصورة عليها هي

أفضل من تقنية Derivatives التي تعتمد على الأشعة المميزة للصورة وذلك من حيث دقة التعرف إذ كان أعلاها 84.6% بينما أعلى نسبة تعرف بطريقة derivatives كانت % 64.7 عند استخدام الشعاع المميز NFD وهذا ناجم عن أن تطبيق المعاملات المورفولوجية على الأطر قلل من الضجيج والثقوب في الصور وبالتالي زاد دقة التعرف إضافة إلى أن عملية طرح الإطار من الخلفية من أجل اقتباس الحركة ورسم مسارها فيما بعد هي أفضل من تطبيق معادلات تفاضلية مختلفة على بكسلات الصورة.

أما بالنسبة للمعادلات التفاضلية المختلفة المطبقة على الصورة لاستخلاص الميزات فكانت النتائج مختلفة باختلاف عينات التدريب المختارة ولم نتمكن من تحديد أي معادلة هي الأفضل.

مع زيادة عينات التدريب، تزداد دقة النظام ولكن هذا الأمر يعتمد على عينات التدريب المختارة وأي منها هو الأفضل. إذ يمكن تقسيم عينات التدريب وفق ما يلي:

- استخدام عينة واحدة للتدريب (تحتوي 26 فيديو) والاختبار على العشر عينات الباقية فوجدنا أن دقة تعرف العينة الثانية (المجموعة الثانية) أعلى من تلك للعينة الأولى وذلك بسبب أن العينة الأولى مصورة بظروف مثالية وتحتوي حركات في الشفاه وباقي أعضاء الجسم بينما في قاعدة المعطيات التي قمنا بجمعها تم تجاهل هذه الحركات وبالتالي عينات الاختبار هي أقرب للعينة الثانية.

- استخدام عینتی تدريب (تحتوي 52 فيديو أي مثالین عن کل كلمة) والاختبار على التسع عينات المتبقية، كانت دقة التعرف عند التدريب على العينة الثالثة (المجموعة الثانية والثالثة) هي أفضل من العينتين الرابعة والخامسة وكذلك أفضل من الأولى والثانية، إذ كلما زادت عينات التدريب تزداد دقة التعرف ولاحظنا أن سبب حصول هذا التفضيل هو أن الأشخاص ضمن مجموعة

التدريب هذه قاموا بتمثيل الإشارات بأدق طريقة وأقربها إلى الإشارات الصحيحة وذلك وفق تقييم خبير لغة الإشارة.

- استخدام 5 عينات تدريب (تحتوي 130 فيديو أي 5 أمثلة عن كل كلمة) والاختبار على العينات الستة المتبقية، هذه النتيجة أعطتنا نتائج أفضل من جميع العينات المتبقية ولكن بفارق قليل عن العينة الثانية وواجهنا خلال التدريب مشكلة في طول زمن التدريب فبدل من أن تأخذ دقيقتين عند التدريب على عينتين استغرق التدريب على هذه المجموعة 10 دقائق في كل طريقة بالإضافة إلى بطء عملية الاختبار، وهذا ناتج عن تعقيد بنية الـ HMM عند استخدام عينات تدريب كثيرة.

نلاحظ أن تقنيات التعرف تطورت كثيراً في الفترة الأخيرة، وأدى هذا إلى خفض معدل خطأ التعرف. ويعود هذا التطور إلى عدة عوامل منها:

1. تقييس وتقويم أداء مختلف نظم التعرف، وهذا ما زاد في وثوقية مراقبة تطور هذه النظم.
2. تطور تقنيات نموذج ماركوف المخفي HMM التي تساعد على الحصول على أداء أفضل بعد معالجة معطيات التدريب آلياً.
3. أثر التطور الحاصل في مجال التقانات الحاسوبية تأثيراً غير مباشر في تطور هذا العلم. فحواسيب اليوم أسرع من سابقتها، وأرخص ثمناً وأكثر سعة.

من الدراسات المرجعية التي تم عرض بعضها في الفصل الثاني، لاحظنا أن هناك اختلاف كبير بين الأبحاث المختلفة المعدة لغرض التعرف على لغة الإشارة من النواحي التالية:

- طريقة استخلاص المعلومات المفيدة من صور الدخل (تقنيات معالجة الصورة المطبقة ونوع الأشعة المميزة المستخلصة).

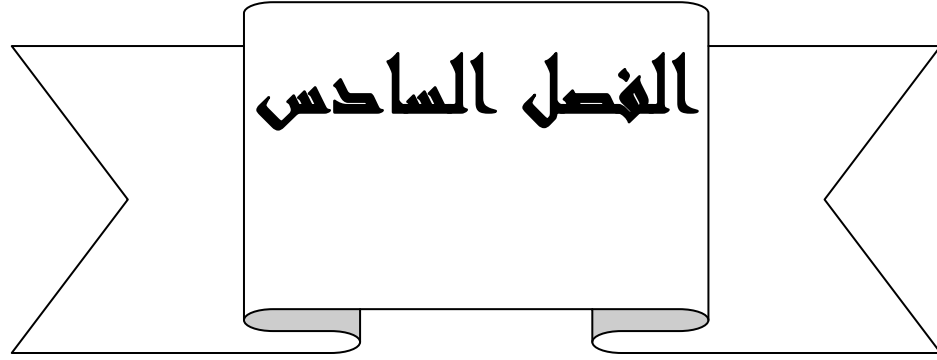
- طريقة التعرف.
- نوع النظام المستخدم من حيث التقنية المستخدمة (باستخدام كف أو باستخدام تقنيات الإبصار الحاسوبي).
- نوع النظام المستخدم من حيث الإشارة المدركة (يد ثابتة - وضعية اليد الثابتة والمعلومات الديناميكية - حركة اليد).
- عدد الكاميرات المستخدمة في النظم المعتمدة على تقنيات الإبصار.
- نوع الماركر المستخدم في النظم المعتمدة على الكف (كف ملون بلون مميز - كل إصبع لون - كف معطيات...).
- الهدف من الدراسة (التعرف على أحرف أو أرقام أو كلمات ثابتة أو كلمات متحركة أو جمل).
- قاعدة المعطيات المعتمد عليها وعدد الكلمات التي يتم التعرف عليها وعدد مرات تكرار هذه الكلمات في النموذج الواحد.

بناء على الاختلافات السابقة، نجد أنه من الصعب إجراء مقارنة بين بحثنا وأحد الأبحاث السابق ذكرها.

ولكن لتوضيح نسب التعرف المستحصل عليها من طريقة Subtraction التي تم إثبات أفضليتها فيما سبق، مثلنا هذه النتائج بمصفوفة الالتباس (Confusion Matrix) الموضحة في الصفحة التالية، والتي تبين التداخل الحاصل بين الكلمات اذ تحوي سطور هذه المصفوفة على الإيماءات الحقيقية بينما تحوي الأعمدة على الإيماءات المتنبأ بها. نلاحظ أن قطر هذه المصفوفة يحوي القيم الكبيرة للتعرف الصحيح على الكلمات بينما القيم الأخرى توضح التعرف الخاطئ والنتائج عن التشابه بين الإشارة الأصلية وهذه الإشارات من حيث المظهر، شكل اليد، أو مسار الحركة، ولكن الملاحظ أن نسبة الخطأ تنتج بشكل كبير نتيجة الاختلاط بين الكلمات التي تتطلب يد واحدة وتلك التي تتطلب استخدام اليدين لتمثيلها. وإن عدم التناظر في النتائج الموضحة في هذا الجدول ناتج عن اختلاف أداء الإشارة بين الأشخاص المختلفين الذين قاموا بتمثيل العينات التي استخدمت كقاعدة بيانات.

الجدول (5-39) مصفوفة الالتباس Confusion Matrix

WORD	إحرام	إستغلال	بحر	بسرعة	حفيد	حقيقية سفر	دائرة	رحلة	رحمة	سؤال	شهرياً	صبر	فار	فيروس	قطر الدائرة	لوم	ماذا	مركز الدائرة	مفتاح	نهر	يوم	أسبوع	انتشار	إنقلاب	أسرة	إعاقه	TRUE	FALSE	RR %
إحرام	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	0	1	0	44	9	79.5
إستغلال	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	2	5	42	11	73.8
بحر	0	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	1	42	11	73.8
بسرعة	0	0	0	42	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5	0	1	1	0	42	11	73.8
حفيد	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	1	4	0	44	9	79.5
حقيقية سفر	0	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	1	0	1	0	0	43	10	76.7
دائرة	0	0	0	0	0	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	1	0	2	0	0	0	44	9	79.5
رحلة	0	0	1	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	1	0	5	40	13	67.5
رحمة	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	2	0	1	2	2	0	40	13	67.5
سؤال	0	0	0	0	0	0	8	0	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2	2	0	39	14	64.1
شهرياً	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	0	0	2	0	0	0	0	0	0	9	1	0	0	1	2	38	15	60.5
صبر	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	2	0	45	8	82.2
فار	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	6	0	0	41	12	70.7
فيروس	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	0	1	8	1	0	1	1	1	40	13	67.5
قطر الدائرة	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	0	0	41	0	0	1	0	0	0	3	4	0	0	0	41	12	70.7
لوم	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	44	1	0	0	0	3	1	2	1	0	0	44	9	79.5
ماذا	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	47	0	1	0	1	0	0	0	2	0	47	6	87.2
مركز الدائرة	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	1	1	0	1	2	0	41	12	70.7
مفتاح	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	5	0	41	0	0	0	0	4	0	0	41	12	70.7
نهر	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	46	2	2	1	0	0	0	46	7	84.8
يوم	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	48	0	0	1	1	0	48	5	89.6
أسبوع	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	49	0	0	0	0	49	4	91.8
انتشار	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	46	2	1	1	46	7	84.8
إنقلاب	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	49	0	1	49	4	91.8
أسرة	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	1	4	43	3	43	10	76.7
إعاقه	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	47	47	6	87.2



الخلاصة ومقترحات مستقبلية

(Conclusions and Recommendations for
Future Works)

6-1) الخلاصة:

لغة الإشارة هي أحد أهم وسائل التواصل مع الصم والبكم وهي كاللغة الطبيعية تختلف من بلد إلى آخر كما يمكن أن تختلف داخل البلد الواحد. بالنسبة للصم والبكم العرب، حاول الباحثون في هذا المجال توحيد لغة تواصلهم بإيجاد ما يسمى بلغة الإشارة العربية والتي تم تبيان مفرداتها في القاموس الإشاري العربي الموحد للصم.

في مساهمة منا، كمهندسين طبيين معنيين بشكل مباشر بالمساعدة على إيجاد حلول للأمراض والمشاكل الصحية المختلفة التي يمكن أن تواجه الأشخاص. تطرقنا إلى مساعدة أحد فئات ذوي الاحتياجات الخاصة ألا وهم الصم والبكم العرب عن طريق تصميم نظام للتعرف على لغة الإشارة من القاموس الإشاري العربي الموحد وتحويلها إلى كلمات مكتوبة ومنطوقة سعياً منا لمساعدة هذه الفئة وكل من يتعامل معها من أجل تسهيل تواصلهم مع المجتمع واجتياز عتبة عجزهم عن التعبير الذي هو العائق الأساسي أمام ممارستهم لحياة طبيعية.

كما هو موضح بالتفصيل في الفصول السابقة، انطلاقاً من واقع الصم والبكم العرب وبعد الاطلاع على العديد من المراجع والدراسات المتعلقة بهذا المجال، استطعنا تنفيذ هدف هذا المشروع بالاعتماد على تقنيات برمجية ومعالجة صورة وذكاء صناعي وغيرها وتوصلنا إلى نتيجة جيدة وقابلة للتحسين كما هو مقترح في الفقرة اللاحقة. وأثبتنا أن الأنظمة المعتمدة على ملاحقة حركة اليد واقتباس هذه الحركة في التعرف على لغة الإشارة تعطي نتائج أفضل من تلك المعتمدة على الميزات المستخلصة من عدة إطارات للصورة بتطبيق معادلات تفاضلية كما تبين أن اختيار عينات التدريب وعددها يؤثر بشكل مباشر على النتيجة. علماً أنه في حال استخدمنا كاميرا ذات دقة عالية ستزداد دقة البرنامج في التعرف ولكن هذا سيفرض تعقيدات على نظام المعالجة إذ أن المعلومات المقتبسة ستكون أوسع من حيث الكم والنوع وتحتاج إلى حجم تخزين أكبر، كما أنه نقترح تطبيق برنامجنا بوضعه الحالي أو بعد التحسين على قاعدة معطيات أوسع إلى أن تشمل جميع مفردات القاموس العربي الإشاري وصولاً إلى التعرف المستمر على الجمل الإشارية التي تتألف من كلمات وتأخذ القواعد اللغوية في الحسبان.

نأمل أن يكون هذا المشروع نواة لغيره من المشاريع التي يجب أن تتفد لخدمة هذه الفئة كما هو الحال في المجتمعات الأخرى.

6-2) المقترحات المستقبلية:

هناك الكثير من التحسينات التي يمكن إضافتها في المستقبل من أجل تحقيق هدف هذا البحث ألا وهو تسهيل تواصل الصم والبكم مع غيرهم ومساعدتهم على الانخراط في جميع جوانب الحياة العملية والاجتماعية، نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر:

- زيادة عدد الكلمات المتعرف عليها كي تشمل جميع الكلمات الموجودة في القاموس الإشاري العربي الموحد.
- تحسين تقنية التعرف كأن تصبح OnLine مثلاً من أجل تحويل هذا النظام لمترجم للغة الإشارة العربية.
- محاولة التعرف على تعابير الوجه وحركات الجسم بالإضافة لحركة اليدين كي يصبح نظاماً متكاملًا.
- تحسين ظروف اقتباس الإشارات عن طريق زيادة عدد الكاميرات وبالتالي بناء نموذج ثلاثي البعد لليدين.
- التعرف المستمر على لغة الإشارة العربية عن طريق التعرف على الجمل وليس فقط على الكلمات المنفردة وذلك بإدخال قواعد لغة الإشارة العربية إلى النظام.
- تسهيل تطبيق وتوزيع البرنامج عن طريق تحويله إلى hardware شبيه بالهاتف المحمول كي يتم استخدامه من قبل أكبر عدد من الصم والأصحاء في جميع جوانب الحياة، كما يمكن إضافته كتطبيق على الكمبيوتر كي يتم استخدامه في برامج المحادثة Skype...

المراجع

- [1] Abe K., Saito H., and Ozawa S., "3-D Drawing System via Hand Motion Recognition from Two Cameras", IEEE Trans. Systems, Man, and Cybernetics, vol. 32, no. 4, pp. 536-540, July 2002.
- [2] Alvi A., Bin Azhar M., Usman M., Mumtaz S., Rafiq S., Rehman R., and Ahmed I., "Pakistan Sign Language Recognition Using Statistical Template Matching", World Academy of Science - Engineering and Technology 3, 2005.
- [3] Aran O., Keskin C., and Akarun L., "Sign Language Tutoring Tool", MIT media laboratory, 2003.
- [4] Assaleh K. and Al-Rousan M., "Recognition of Arabic Sign Language Alphabet Using Polynomial Classifiers," EURASIP Journal on Applied Signal Processing, vol. 2005, no. 13, pp. 2136-2145, 2005.
- [5] Assaleh K., Shanableh T., Fanaswala M., Bajaj H., and Amin F., "Vision-based system for Continuous Arabic Sign Language Recognition in user dependent mode", Proceeding of the 5th International Symposium on Mechatronics and its Applications (ISMA08), Amman- Jordan, May 27-29, 2008.
- [6] Bauer B. and Kraiss K.F., "Video-Based Sign Recognition Using Self-Organizing Subunits," Proc. Int'l Conf. Pattern Recognition, vol. 2, pp. 434-437, 2002.
- [7] Begum S. and Hasanuzzaman M., "Computer Vision-based Bangladeshi Sign Language Recognition System", IEEE International Conference on Computer and Information Technology, pp. 414-419, 2009.
- [8] Birk H., Moeslund T.B., and Madsen C.B., "Real-Time Recognition of Hand Alphabet Gestures Using Principal Component Analysis", In 10th Scandinavian Conference on Image Analysis, Laeenranta, Finland, June 1997.
- [9] Byron K., Pham L., and Situka J., "Markerless Motion Tracking", Iowa State University, Virtual Reality Applications Center, 2009.
- [10] Cui Y. and Weng J., "Appearance-Based Hand Sign Recognition from Intensity Image Sequences," Computer Vision Image Understanding, vol. 78, no. 2, pp. 157-176, 2000.

- [11] Garcia A.L., "Probability Statistics & Random Process for Electrical Engineer", Pearson Education ,3rd Edition, 2008.
- [12] Hernandez-Rebollar J.L., Lindeman R.W., and Kyriakopoulos N., "A Multi-Class Pattern Recognition System for Practical Finger Spelling Translation". In Proceedings of the 4th IEEE International Conference on Multimodal Interfaces, pp. 185-190, Pittsburgh, PA, October 2002.
- [13] Kadous M.W., "Machine recognition of Australian signs using power gloves: Toward large-lexicon recognition of sign language," Proc. Workshop Integration Gesture Language Speech, pp. 165–174, 1996.
- [14] Kim J.S., Jang W., and Bien Z., "A dynamic gesture recognition system for the Korean sign language (KSL)," IEEE Trans. Syst., Man, Cybern. B, vol. 26, pp. 354–359, Apr. 1996.
- [15] Malassiotis S., Aifanti N., and Strintzis M.G., "A Gesture Recognition System Using 3D Data", In Proceedings IEEE 1st International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission, pp. 190-193, Padova, Italy, June 2002.
- [16] Malik S., "Real-time Hand Tracking and Finger Tracking for Interaction", In Proceedings of Perceptual User Interfaces, 2003.
- [17] Matsuo H., Igi S., Lu S., Nagashima Y., Takata Y., and Teshima T., "The recognition algorithm with noncontact for Japanese sign language using morphological analysis," Proc. Int. Gesture Workshop, pp. 273–284, 1997.
- [18] Mehdi S.A and Khan Y.N., "Sign Language Recognition Using Sensor Gloves". In Proceedings of the 9th International Conference on Neural Information Processing, volume 5, pp. 2204-2206, Singapore, November 2002.
- [19] Mohandes M. and Buraiky S., "Automation of the Arabic Sign Language Recognition using the PowerGlove", Electrical Engineering Dept. King Fahd University of Petroleum and Minerals-Saudi Arabia, 2007.
- [20] Nam Y. and Wohn K., "Recognition of Space-Time Hand-Gestures Using Hidden Markov Model". In Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology, pp. 51-58, Hong Kong, July 1996.

- [21] Ong C. and Ranganath S., "Automatic Sign Language Analysis: A Survey and the Future beyond Lexical Meaning," IEEE Transactions On Pattern Analysis And Machine Intelligence, vol. 27, no. 6, pp.873-891, June 2005.
- [22] Pashaloudi V. and Margaritis K., "Feature Extraction and Sign Recognition for Greek Sign Language", Department of Applied Informatics University of Macedonia, Greece, 2003.
- [23] Paulraj P., Yaacob S., Azalan M., and Palaniappan R., "A Phoneme Based Sign Language Recognition System Using Skin Color Segmentation", 6th International Colloquium on Signal Processing & Its Applications (CSPA), 2010.
- [24] Sájánchez E., Antón L., and Hernández M., "Hand Gesture Recognition for Human-Machine Interaction", Journal of WSCG, Vol.12 No.1-3 - Czech Republic, 2003.
- [25] Starner T., Weaver J., and Pentland A., "Real-Time American Sign Language Recognition Using Desk and Wearable Computer Based Video," IEEE Trans. Pattern Analysis Machine Intelligence, vol. 20, no. 12, pp. 1371-1375, Dec. 1998.
- [26] Triesch J. and Von Der Malsburg C., "A System for Person-Independent Hand Posture Recognition against Complex Backgrounds". IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 23, no. 12, pp. 1449-1453, December 2001.
- [27] Tsai B. and Huang C. , "A Vision-Based Taiwanese Sign Language Recognition System", IEEE International Conference on Pattern Recognition, pp. 3683-3686 , 2010.
- [28] Vogler C. and Metaxas D., "Adapting Hidden Markov Models for ASL Recognition by Using Three-dimensional Computer Vision Methods", In Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics, pp. 156-161. Orlando,FL, October 1997.
- [29] Wang C., Gao W., and Xuan Z., "A Real-Time Large Vocabulary Continuous Recognition System for Chinese Sign Language," Proc. IEEE Pacific Rim Conf. Multimedia, pp. 150-157, 2001.
- [30] Zahedi M., Keysers D., and Ney H., "Appearance-Based Recognition of Words in American Sign Language", MIT Media Laboratory, Germany, 2003.
- [31] <http://a4teh.com.tw> (accessed, 20/12/2013).
- [32] <http://accord.googlecode.com/svn/docs/Index.html> (accessed, 2/1/2013).

[33] <http://accord-net.origo.ethz.ch/> (accessed, 2/1/2013).

[34] <http://code.google.com/p/accord/> (accessed, 2/1/2013).

[35] Wikipedia contributors, "EMGU," Wikipedia, The Free Encyclopedia, http://www.emgu.com/wiki/index.php/Main_Page, (accessed, 23/12/2012).

[36] الأسمر ع.، "التأهيل المهني للأشخاص ذوي الإعاقة"، مجلة الحوار المتمدن (محور: حقوق ذوي الاحتياجات الخاصة)، العدد 2836، 2009.

[37] الزهراني م.، "لغة الإشارة ودورها في عملية الدمج التربوي والاجتماعي والاقتصادي"، مجلة الإشراف التربوي، 2004.

[38] الشافعي م.، "أسباب الصمم وضعف السمع"، منشورات مركز الرحمة للعلاج الطبيعي المكثف للأطفال، 2011.

[39] النمر ع.، "تأخر الطفل عن الكلام"، مجلة الوعي الإسلامي، العدد 532، 2010.

[40] حنفي ع.، "مدخل إلى الإعاقة السمعية"، سلسلة إصدارات أكاديمية التربية الخاصة - الرياض، 2003.

[41] دليندسي ج.، "استخدام الحاسوب والأجهزة مع الأفراد غير العاديين"، ص.23، دار القلم، 1997.

[42] صالح الرئيس ط.، "ثنائي اللغة / ثنائي الثقافة - كأحدث التوجهات العالمية في تربية وتعليم الصم"، منشورات كلية التربية في جامعة الملك سعود، 2002.

[43] عبد الحفيظ س.، "صعوبات التعليم العالي لدى الأشخاص فاقد السمع ومتطلبات مواجهتها"، الندوة العلمية الثامنة للاتحاد العربي للهيئات العاملة في رعاية الصم (تطوير التعليم والتأهيل للأشخاص الصم وضعاف السمع)، 2010.

[44] محمد علي م.، "خصائص المعاقين سمعياً"، مجلة النفس المطمئنة، العدد 83، 2006.

[45] مندوبو ست عشرة دولة عربية من جهات حكومية وأهلية، "القاموس الإشاري العربي للصم"، مطابع المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم - تونس، 2001.