جامعة وهران 2

كلية العلوم الاجتماعية

قسم علم النفس

دور الأرغنوميا في خفض الثقل الفكري لدى مستخدمي برامج الكمبيوتر

مذكرة تخرج مقدمة لنيل شهادة الماجستير في علم النفس العمل و التنظيم

تخصص: الهندسة البشرية وتصميم العمل

إعداد وتقديم الطالب:

رهواني بوزيان

تحت إشراف

أ.د. مباركي بوحفص

لجنة المناقشة:

غياث بوفلجة	أستاذ التعليم العالي	رئيسا	جامعة وهران 2
بوحفص مباركي	أستاذ التعليم العالي	مقررا مشرفا	جامعة وهران 2
مقدم سهيل	أستاذ محاضر –أ–	مناقشا	جامعة وهران 2
منصوري مصطفى	أستاذ محاضر –أ–	مناقشا	جامعة وهران 2

السنة الجامعية 2016/2015

الإهـــــــــداء

إلى من لا يمكن للكلمات أن توفي حقهما

إلى من لا يمكن للأرقام أن تحصي فضائلهما

إلى والدي العزيزين أدامهما الله لي

وبالأخص أمي الفاضلة

وإلى كل أفراد عائلتي

كما لا يفوتوني أن أتقدم بهذا الإهداء إلى أستاذنا الكريم
والمشرف على هذا البحث :بوحفص مباركي

والصديق الحميم بشير بسكلال محمد امين

شكر و تقدير:

أحمد الله حمدا كما أراد

وأصلي وأسلم على نبيه ورسوله سيدنا محمد خير العباد.

إلى أستاذي الفاضل المشرف الأستاذ الدكتور "بوحفص مباركي" خالص الشكر والتقدير.

والشكر موصولً لكل الأساتذة الأفاضل أخص بالذكر أعضاء لجنة التحكيم و أساتذة قسم علم النفس وعلوم التربية، وكل من شارك من الأخوة الأكارم من قريب أو بعيد وبالأخص الأخ والصديق بشير بسكلال محمد أمين الذي لم يبخل عليا بالمساعدة الكبيرة وتقديم النصائح والتشجيع شكرا غير منقطع وثناء غير ممتنع.

كما لا يفوتني أن أتوجه بشكري وتحياتي الخالصة لكل الأعضاء المعنيين بالدراسة وهم المهندسين المعماريين على مساعدتهم وقبولهم بإجراء هذه الدراسة وفتح أبوابهم لي وتقديم المساعدة والنصائح.

الطالب: رهواني بوزيان

ملخص البحث:

يهدف هذا البحث إلى تحديد مصادر الثقل الفكري لدى مستخدمي برامج الكمبيوتر وبالتحديد مستخدمي برنامج الأوتوكاد (Autocad) ، وهو برنامج يستعمله بالأخص المهندسيين المعماريين لرسم مخططات عمرانية، كما يهدف هذا البحث إلى إبراز دور المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان–كمبيوتر المتوفرة في البرنامج على شكل تقنيات وتصميمات وإجراءات في خفض الثقل الفكري وذلك بالتقليل وإختصار الإجراءات والعمليات والحماية من إرتكاب الأخطاء.

تم إجراء هذا البحث عبر ثلاث مراحل، تمثلت المرحلة الأولى في تحديد مصادر الثقل الفكري لمستخدمي برنامج الأوتوكاد وذلك بتطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX) على أفراد عينة البحث المكونة من 6 أفراد يشتغلون كمهندسين في مكاتب دراسات عمرانية ومدنية وهذا بعد الشرح لأفراد العينة ماهي المتطلبات الستة للثقل الفكري والتي يرتكز عليها هذا المقياس، كما يتم الإستعانة بالتحليل الهرمي للمهمة والذي يتم إنجازه أو رسمه أثناء إنجاز المهمة وذلك من أجل الفهم العام للمهمة من طرف الباحث أو من طرف فرد العينة ويمكن من خلاله تذكر المراحل التي ربما كان يشعر فيها مستخدم البرنامج بحالات قلق أو إرتباك او عدم الرغبة في العمل، المرحلة الثانية وفيها يتم تصوير فيديو لما يحدث على شاشة الكمبيوتر وذلك بإستخدام برنامج كمبيوتر يسمى(FastStone) وبعد الإنتهاء من إنجاز المهمة المحددة حسب المدة الزمنية المتفق عليها يتم حفظ الفيديو في ذاكرة ليتم بعد ذلك تحليل البيانات المتمثلة في مختلف العمليات العضلية والعمليات العقلية المفترضة ثم يتم مقارنة نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة-NASA) (TLX مع نتائج تحليل الفيديو من اجل التأكد من صحة التقدير الذاتي لكل فرد من أفراد العينة ومن أجل التعرف على الأسباب والعوامل المؤثر للثقل الفكري، المرحلة الثالثة يتم فيها إكتشاف وتحديد المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج لكل مستخدم على شكل تقنيات او إجراءات أو تصميمات ودورها في خفض الثقل الفكري.

منهج البحث المتبع هو منهج دراسة الحالة لأن عدد أفراد العينة صغير(6أفراد) ولأن البحث يتطلب دراسة تحليلية معمقة لتحديد مصادر الثقل الفكري كما أن المهام تعتبر نوعاً ما معقدة مما تتطلب الكثير من العمليات العقلية والعضلية.

ومنه تم التوصل إلى النتائج التالية:

حسب التقدير الذاتي لأفراد العينة باستعمال مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX) فإنه تم التوصل إلى أن مصادر الثقل الفكري لمستخدمي برنامج الأوتوكاد هي في الغالب المتطلبات العضلية وبعد تحليل بيانات الفيديو فإن العمليات الأكثر تكراراً هي حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة، هذا لأن المهام تتمثل في رسم مخططات ونماذج عمرانية والتي تتطلب الكثير من العمليات مثل رسم الخطوط ومختلف الأشكال الهندسية ورسم أو نسخ أو تحريك أو تمديد الخطوط هذه الحركات أو العمليات تصاحبها حركات العين المختلفة والتي لها تأثير في إرتفاع الثقل الفكري حسب العديد من الدراسات مثل الدراسات التي تذكر تأثير الحركات الأفقية للعين في إرتفاع الثقل الفكري(Van Orden, 1999) وكذلك تأثير معدل وميض العين (East, 2000)، وأثر مدة الوميض(Brooking & al, 1996). كذلك كان التقدير الذاتي لتحديد مصادر الثقل الفكري هو المتطلبات العقلية وبعد تحليل بيانات الفيديو تم تصنيف الكثير من العمليات العقلية منها: أثناء إستعمال الأزرار التي تحتوي رموز تدل على وظيفة الزر والتي يحتاج المستخدم إلى إدراك معانيها، كذلك المستخدم يحتاج إلى تذكر الأرقام أو مكان إستعمال الأرقام لتحديد المسافات المختلفة عند تحديد أطوال الخطوط او المسافات بين الخطوط المتوازية، تذكر الكلمات عند كتابة الأوامر. أما المصدر الثالث للثقل الفكري فهو متطلب الجهد العقلي والعضلي المبذول لإنجاز المهمة عند بعض أفراد العينة وهذا راجع إلى تعقد الشكل أوحجم المهمة، كما تم الكشف أوتحديد أهم المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد على شكل تقنيات أو إجراءات لكل مستخدم، ومن بين أهم هذه المعايير نجد معيار المرونة حيث وجدنا أن أفراد العينة يختلفون في إعداد تصميم واجهة البرنامج بحيث يمكن للمستخدم إخفاء أو إظهار الأزرار والأيقونات حسب الحاجة وكذلك التحكم في تموقع قوائم الأزرار، كذلك نجد من بين أهم المعايير الأرغونومية معيار التقليص بحيث يمكن إجراء عملية واحدة على مجموعة خطوط أو أجزاء من الشكل، كما يقوم الباحث بالكشف عن دورها في خفض الثقل الفكري والحماية من إرتكاب الأخطاء وكذلك دورها في تحسين الأداء ومعيار آخر وهو معيار التوجيه والحث عند إظهار لافتات توجه وتحث المستخدم.

وفي الأخير تم التوصل إلى تقديم إقتراحات علمية وعملية لمصممي برامج الكمبيوتر ومواقع الواب وإلى مستخدمي برامج الكمبيوتر المختلفة.

الكلمات المفتاحية: المعايير الأرغونومية لواجهات إنسان–كمبيوتر، تحليل المهام، الثقل الفكري.

محتويات البحث

الإهداء.....أ

شكر وتقدير.....ب

ملخص البحث.....ج

محتويات البحث.....هـ

فهرس الجداول.....م

فهرس الأشكال.....س

قائمة الإختصارات والرموز.....ع

الفصل الأول:تقديم البحث

مقدمة.....1

1-مشكل البحث.....4

2-دواعي اختيار الموضوع.....6

3-أهمية وأهداف البحث.....6

4-تحديد المفاهيم الاجرائية.....7

الفصل الثاني: المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان-كمبيوتر

تمهيد..... 9

تعريف.....10

1-التوجيه..... 10

1-1-الحث..... 10

1-2-التجميع أو التمييز بين العناصر.....12
1-2-1-التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس التموقع.....12
1-2-2-التجميع أوالتمييز بين العناصر على أساس الشكل.....13
1-2-3-التجميع/التمييزبين العناصر على أساس الأداء.....13
1-3-ردود الفعل الفورية.....14
1-4-الوضوح.....14
2-عبء العمل.....15
2-1-الإختصار.....15
2-1-1-التقليص.....15
2-1-2-إجراءات الحد الأدنى.....16
2-2-كثافة المعلومات.....16
3-التحكم الصريح أو المحدد.....17
3-1-إجراء المستخدم الصريح أو المحدد.....17
3-2-تحكم المستخدم.....17
4-القدرة على التكيف.....18
4-1المرونة.....18
4-2-خبرة المستخدم.....19
5-تسيير الأخطاء.....19
5-1-الحماية من الخطأ.....20

5-2-نوعية رسائل تنبيهات الخطأ.....20

5-3-تصحيح الخطأ.....20

6-الإتساق.....21

7-معاني الرموز.....21

8-التوافق.....22

الخلاصة.....23

الفصل الثالث: تقنيات تحليل المهام

تمهيد.....24

أ-تقنيات تحليل المهام.....25

1-1-التحليل الهرمي للمهمة(HTA).....25

1-1-1-إجراءات تطبيق تقنية التحليل الهرمي للمهمة.....26

1-1-2-مزايا تقنية التحليل الهرمي للمهمة.....27

1-1-3-مساويء تقنية التحليل الهرمي للمهمة.....27

1-1-4-الصدق والثبات للتحليل الهرمي للمهمة.....27

2-**تقنية** (GOMS).....28

2-1-خطوات تطبيق تقنية(GOMS).....29

2-2-**مزايا تقنية** (GOMS).....30

2-3-عيوب تقنية (GOMS).....30

2-4-الصدق والثبات لتقنية(GOMS) 30

3-طريقة نموذج الهدف الفرعي(SGT).....31

3-1-خطوات إجراء طريقة نموذج الهدف الفرعي (SGT) 33

3-2-مزايا طريقة نموذج الهدف الفرعي(SGT).....34

3-3-عيوب طريقة نموذج الهدف الفرعي(SGT).....34

4-التحليل الجدولي للمهمة (TTA).....34

4-1-خطوات تطبيق التحليل الجدولي لمهمة (TTA).....35

4-2-مزايا التحليل الجدولي للمهمة (TTA).....36

4-3-عيوب التحليل الجدولي للمهمة(TTA).....36

الخلاصة.....37

الفصل الرابع: قياس الثقل الفكري

مقدمة.....39

1-تعريف الثقل الفكري.....40

2-مفاهيم متعلقة بالثقل الفكري.....41

3-معايير قياس الثقل الفكري.....41

3-1-الصدق.....41

3-2-الثبات.....42

3-3-الحساسية.....42

3-4-الإنتقائية.....42

3-5-المعيار التشخيصي.....43

3-6-معيار التداخل.....43

4-قياسات الثقل الفكري.....44

4-1-القياسات الفيزيولوجية.....44

4-1-1-قياس النشاطات القلبية.....45

4-1-2-قياس معدل نبضات القلب.....45

4-1-3-تغيرات معدل نبضات القلب.....45

4-1-4-ضغط الدم.....46

4-2-قياس النشاطات التنفسية.....46

4-2-1-قياس معدل التنفس.....47

4-3-قياس نشاطات العين.....47

4-3-1-معدل وميض العين والفاصل الزمني للإغلاق.....47

4-3-2-قياس حركة العين الأفقية (H E M).....48

4-3-3-قطر بؤبؤ العين.....48

4-4-قياس نشاطات الدماغ.....48

4-4-1-القياس بواسطة تسجيل النشاط الكهربائي لفروة الرأس.....49

4-4-2-القياس بواسطة **Electrooculogram(EOG)**.....50

4-5-قياسات فيزيولوجية أخرى.....50

خلاصة.....52

5-التقديرات الذاتية.....53

5-1-السلاليم ذات بعد واحد.....54

5-1-1-سلم كوبر و هارير(Modified Cooper-Harper Scale).....54

5-1-2-السلم الشامل لعبء العمل ((OW); Over all Workload).....57

5-2-المقاييس متعددة الأبعاد.....57

5-2-1-مقياس مؤشر عبء المهمة(NASA-Task Load index).....57

5-2-2-تقنية ملمح عبء العمل:((Workload Profil Technique (WPT) 63

5-3-تقنية التقدير الذاتي لعبء العمل(SWAT).....67

5-4-تقنية الهيمنة الذاتية لعبء العمل(SWORD).....70

الخلاصة.....74

6-قياسات الأداء للثقل الفكري.....75

6-1-أداء المهمة الأولية.....75

6-2-أداء المهمة الثانوية.....76

الخلاصة العامة.....77

الفصل الخامس : منهجية البحث

تمهيد.....79

1-الدراسة الاستطلاعية.....80

1-1-أهداف الدراسة الاستطلاعية.....80

1-2-الإطار الزمني للدراسة.....80
1-3-الإطار المكاني للدراسة.....81
1-3-1-برنامج الدراسة: الأوتوكاد(Autocad).....81
1-4-عينة الدراسة الاستطلاعية.....81
1-5-الأدوات المستعملة في الدراسة الاستطلاعية.....82
2-الدراسة الأساسية.....86
2-1-الإطار الزمني للدراسة.....86
2-2-الإطار المكاني للدراسة.....86
2-3-عينة الدراسة الاستطلاعية.....86
2-4-الأدوات المستعملة.....86
2-5-منهج الدراسة.....88
2-6-خطوات الدارسةالأساسية.....89

الفصل السادس: عرض وتحليل ومناقشة النتائج

1-عرض وتحليل النتائج.....92
1-1-الحالة الأولى.....93
1-2-الحالة الثانية.....102
1-3-الحالة الثالثة.....111
1-4-الحالة الرابعة.....119
1-5-الحالة الخامسة.....127

1-6-الحالة السادسة.....135

2-مقارنة بين نتائج دراسة الحالات الستة والإجابة على تساؤلات البحث.....143

2-1-مقارنة بين الحالات الستة من حيث التقدير الذاتي لمصادر الثقل الفكري.....143

2-2-مقارنة بين الأفراد من حيث طريقة استخدام برنامج الأوتوكاد.....144

2-3-المعايير الأرغونومية المتوفرة لإفراد العينة ودورها في خفض الثقل الفكري.....145

الخاتمة.....147

4-الإقتراحات والتوصيات.....148

-قائمة المصادر والمراجع.....149

-قائمة الملاحق.....152

-ملخص البحث باللغة الأجنبية.....158

فهرس الجـداول

الرقم	الموضـوع	الصفحة
01	عناصر طريقة نموذج الهدف–الفرعي	31
02	العناصر المهمة لنموذج الهدف الفرعي	32
03	تسلسل عناصر طريقة نموذج الهدف الفرعي**(SGT)**	34
04	التحليل الجدولي للمهمة	35
05	الترجيح بين المتطلبات الستة في مقياس مؤشر عبء المهمة(NASA-TLX)	60
06	جدول تحصيل الثقل الفكري لمقياس مؤشر عبء المهمة	60
07	ملمح عبء العمل(Workload Profile)	64
08	أبعاد الثقل الفكري حسب تقنية**(SWAT)**	68
09	جدول الترجيح بين المهام من حيث هيمنة عبء العمل**(SWORD)**.	72
10	مصفوفة تقنية SWORD	73
11	خصائص أفراد عينة البحث	82
12	نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الأول	94
13	جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الأول	95
14	تكرارات العمليات العضلية للمستخدم الأول.	96
15	تصنيف العمليات العقلية للمستخدم الأول	97
16	المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الأول	99
17	نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الثاني	103
18	جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الثاني.	104

19	العمليات العضلية للمستخدم الثاني	105
20	تصنيف العمليات العقلية للمستخدم الثاني	106
21	المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثاني.	108
22	نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الثالث	112
23	جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الثالث	113
24	العمليات العضلية للمستخدم الثالث.	114
25	تصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الثالث	115
26	المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثالث.	117
27	نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الرابع.	120
28	جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الرابع	120
29	العمليات العضلية للمستخدم الرابع.	122
30	تصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الرابع	122
31	المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الرابع.	124
32	نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الخامس	128
33	جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الرابع.	129
34	تكرارات العمليات العضلية للمستخدم الخامس	136
35	تكرارات وتصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الخامس	130
36	المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الخامس.	132
37	نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم السادس.	136
38	جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم السادس.	136

39	العمليات العضلية للمستخدم السادس	138
40	تصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الخامس	139
41	المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم السادس.	140
42	نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة لأفراد العينة.	143
43	مقارنة بين أفراد العينة من حيث إعداد واجهة المستخدم	144

فهرس الأشكال

الرقم	الموضـوع	الصفحة
1	الثقل الفكري حسب مارك روبرت	40
2	سلم كوبر-هاربر المتغيرHCM	56
3	سلاليم التحصيل الذاتي لمؤشر عبء المهمة(NASA-TLX)	59
4	التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم الأول	95
5	التمثيل البياني مصادر الثقل الفكري للمستخدم الثاني	104
6	التمثيل البياني مصادر الثقل الفكري للمستخدم الثالث.	114
7	التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم الرابع	121
8	التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم الخامس.	130
9	التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم السادس.	137

قائمة الإختصارات والرموز

الرمز	الدلالة باللغة الأجنبية	الدلالة باللغة العربية
HCI	Human-computer Interaction	تفاعل إنسان-كمبيوتر
ISO	International standarisation Organisation	المنظمة العالمية للتقييس
HCI	Human-computer Interface	واجهة إنسان-كمبيوتر
HTA	Hierarchical Task Analysis	التحليل الهرمي للمهمة
GOMS	Goals-Operators-Methods-Selection Rules	أهداف-مشغلات-مناهج-إختيار القواعد.
SGT	Sub-goal Template Method	طريقة نموذج الهدف الفرعي
TTA	Tabular Task Analysis	التحليل الجدولي للمهمة
HRV	Heart Rate Variations	معدل تغيرات نبضات القلب
BP	Blood Pressure	ضغط الدم
HEM	Horizontal Eyes Movement	الحركات الأفقية للعين
EEG	Electroencephalogram	جهاز قياس النشاط الكهربائي لفروة الرأس
EOG	Electrooculogram	جهاز قياس حركات رمش العين
MCH	Modified Cooper-Harper Scale	سلم كوبر وهاربر
OWS	Overall Workload Scale	السلم الشامل لعبء العمل
NASA-TLX	NASA-Task Load Index	نازا-مؤشر عبء المهمة
WPT	Workload Profile Technique	تقنية ملمح عبء العمل
SWAT	Subjective Workload Assessement TEchnique	تقنية التقدير الذاتي لعبء العمل
SWORD	Subjective Workload Dominance Technique	تقنية الهيمنة الذاتية لعبء العمل

مقدمة:

نظراً للتطور الكبير في مجال برامج الكمبيوتر والمعلوماتية والذي بفضله تطور العمل بشكل كبير وفي مختلف المجالات، حيث أصبح في عصرنا هذا العمل الفكري يطغى على العمل البدني، فحلت الآلة محل الإنسان في كثير من الأعمال التي كانت تعتبر شاقة وأصبح الإنسان فقط يلعب دور المتحكم في الآلة بأقل جهد بدني لكن ورغم ذلك فهناك تفاوت في الجهد العقلي المبذول حسب الآلة التي يستخدمها الإنسان ، ومن بين الآلات الأكثر حاجة للقدرات العقلية للإنسان نجد جهاز الكمبيوتر الذي أدى وبشكل كبير إلى تطور العمل في شتى مجلات الحياة مثل التعليم الصحة والإدارة والتجارة والتحكم في مختلف الآلات والمركبات وغيرها، كان الكمبيوتر في بدايته يستخدم فقط من قبل المختصين والمهندسين في البرمجة ولكن عمدت شركات برامج الكمبيوتر على تطويره حيث أصبح معظم الناس يمكنهم استخدامه بدون الحاجة إلى تكوين عالٍ أو معرفة كيفية عمل الكمبيوتر وذلك بالاعتماد على واجهة الكمبيوتر، وبانتقال العمل من العضلي بشكل كبير إلى عمل عقلي كان من الطبيعي إنتقال التعب من تعب عضلي إلى تعب أو عبء عقلي نظراً للمتطلبات العقلية التي يحتاجها الإنسان في عمله من تذكر وحساب وإدراك وحل المشكلات و إعطاء الأوامر ...وغيرها ، فكثير من مستخدمي برامج الكمبيوتر المختلفة يشتكون من التعب أو عدم الرغبة في العمل أو الارتباك عند استخدامهم لبعض البرامج أو لطول فترة استخدامها أو يدركون أنه يوجد اختلاف بين البرامج من حيث سهولة الإستخدام أو الشعور بالراحة وأحيانا يجدون اختلاف بين مختلف النسخ لنفس البرنامج بعد إعادة تصميمها، وهذا بفضل المجهودات والتنسيق بين مصممي برامج الكمبيوتر والباحثين في العلوم السلوكية والمختصون في الهندسة البشرية وذلك بالعمل على دراسة نسق إنسان–كمبيوتر، هذا يعني دراسة الخصائص السلوكية والعقلية للإنسان مثل التذكر، الادراك، اتخاذ القرارات، حل المشكلات،. الخ هذا من جهة ومن جهة أخرى خصائص الكمبيوتر من مدخلات ومخرجات. حيث توصل الباحثون إلى ايجاد معايير لكيفية تصميم واجهات برامج الكمبيوتر، ووصلوا إلى تقديم حوالي 170توصية لكيفية تصميم هذه الواجهات(Cédric BACH, 2004)، ومن هذا المنطلق تطرق الباحث في بحثه عن بعض أهم المعايير الأرغونومية في تصميم واجهات الكمبيوتر ودورها في التقليل من الجهد العقلي والعضلي لمستخدم برامج الكمبيوتر أو بعبارة أخرى خفض الثقل الفكري لدى مستخدمي برامج

الكمبيوتر، كما اختار الباحث هذا الموضوع لما له من أهمية وخاصة وأن الجزائر مثل باقي الدول أصبحت تسعى إلى نقل المعارف التكنولوجية وتعميمها على مختلف مجالات الحياة سواء في المؤسسات العمومية أو الخاصة، ورغبة في إثراء المكتبة الجزائرية بهذا الموضوع والتي تكاد تنعدم فيها مثل هذه الدراسات حسب إطلاع الباحث.

قُسم هذا البحث إلى ستة فصول، الفصل الأول يقدم البحث حيث تم التطرق إلى مشكلة البحث، ودواعي اختيار الموضوع ثم التعاريف الإجرائية.

الفصل الثاني تم التطرق إلى المعايير الأرغونومية لتصميم نسق انسان–كمبيوتر وذلك حسب ما تم اعتماده من طرف المنظمة العالمية للمعايرةISO تحت بند 9241 الذي يتضمن 17 جزء، حيث قام الباحث بتقديم ما توصل إليه الباحثان سكابين وباستيان سنة 1997 من بعض المعايير المصنفة في البند9241–10.

أما الفصل الثالث يتطرق فيه الباحث إلى تقنيات وأدوات تحليل المهام مثل التحليل الهرمي للمهام وتقنية (GOMES)، طريقة نموذج الهدف الفرعي(SGT) ، التحليل الجدولي للمهمة(HTT)، أما الفصل الرابع فتطرق فيه الباحث إلى طرق قياس الثقل الفكري وهي ثلاث طرق رئيسية: القياس الفيزيولوجي، التقديرات الذاتية، قياس الأداء للمهام الأولية والثانوية.

الفصل الخامس تطرق الباحث إلى الدراسة الميدانية وما تضمنته من الدراسة الاستطلاعية وأهدافها ومكان وزمن الدراسة الاستطلاعية وعينة الدراسة المتمثلة في مجموعة مهندسين معماريين ومدنيين يقومون بإنجاز مهامهم على برنامج الأوتوكاد(Autocad) وهو برنامج خاص برسم تصاميم ومخططات عمرانية، ثم أهداف الدراسة الاستطلاعية والنتائج المتواصل إليها، أما الدراسة الأساسية فتم التطرق إلى تحليل المهام لكل فرد من أفراد العينة وكيفية استخدام البرنامج والتقنيات المتوفرة بالنسبة لكل فرد حسب المعايير الأرغونومية ثم تطبيق تقنيات قياس الثقل الفكري وكيفية تحديد مصادره، الفصل السادس تم التطرق إلى تحليل النتائج المتواصل إليها، ثم خلصنا إلى تقديم اقتراحات وتوصيات قد يحتاجها مصممي برامج الكمبيوتر أو مستخدمي برامج الكمبيوتر المختلفة.

الفصل الأول:

تقديم البحث

1-مشكل البحث

2-دواعي اختيار الموضوع

3-أهمية وأهداف البحث

4-التعاريف الإجرائية لمفاهيم البحث.

1-مشكل البحث:

لقد أدى ظهور الكمبيوتر إلى حدوث ثورة تكنولوجية كبيرة في ميدان معالجة المعلومات في عصرنا الحديث، حيث تعددت استخداماته في مختلف مجالات الحياة وأصبحت مختلف المؤسسات والشركات تسارع إلى تغيير طريقة العمل داخل المؤسسة من طرق يدوية تقليدية إلى طرق حديثة أو ما سمى الانتقال إلى التحويل الرقمي وذلك باستخدام برامج كمبيوتر حيث أن استخدام هذا الأخير أصبح يريح العاملين في كثير من الأعمال التي كانت تعتبر شاقة وتتطلب الكثير من الجهود العقلية والعضلية واتخاذ العديد من الإجراءات وتتطلب الكثير من التركيز والمتابعة وتستغرق مدة من الزمن زيادة على ذلك ارتكاب الكثير من الأخطاء واستهلاك الكثير من الورق، فأصبح الكمبيوتر يقوم بدور عدد من العاملين في آن واحد وفي أسرع وقت ممكن، وبعدما كان الكمبيوتر في بدايته يستخدمه فقط المختصين في البرمجيات، عمدت مختلف شركات برمجيات الكمبيوتر إلى توسيع استخداماته من طرف العديد من الناس تقريباً حيث أصبح الكمبيوتر في كثير من البرامج لا يتطلب تكوين عالٍ أو مهارات كبيرة أو معرفة طريقة عمل الكمبيوتر، ولكن فقط يمكنهم إدخال البيانات اللازمة للكمبيوتر ثم قراءة مخرجات الكمبيوتر، ورغم ذلك تختلف طريقة إدخال البيانات وكميتها من برنامج إلى أخر وكذلك كمية المخرجات وطريقة قراءتها وتفسيرها وإدراكها، ومن هنا كان عليه التنسيق بين مصممي برامج الكمبيوتر وأخصائي الأرغونوميا وتوصلوا إلى تقديم حوالي 170 توصية لتصميم واجهات الكمبيوتر هذه التوصيات تم دراستها وتطويرها من طرف الباحثين (Bastien & Scapin, 1993) بحيث توصلوا إلى اختصار أهم المعايير الأرغونومية إلى 20 معيار أرغونومي وتم التحقق من صحتها حسب دراسات (Bach, 2004) حيث قام هذا الباحث بالتأكد من صحة هذه المعايير من خلال دراسة أجراها مع 10 أخصائيين في أرغونوميا برامج الكمبيوتر لانتقاء أهم المعايير الأرغونومية، كان الهدف من هذه المعايير هو سهولة استعمال برنامج الكمبيوتر من خلال تقليص واختصار العمليات والإجراءات للوصول إلى الهدف المطلوب وتوجيه وحث المستخدم وكذلك من أجل الحماية من الخطأ وكذلك خفض الثقل الفكري ولكن رغم ذلك ما زال مستخدمي برامج الكمبيوتر يشتكون في الكثير من الأحيان بالعبء الذهني أو بتسمية أخرى الثقل الفكري، وهذا ربما يكون راجع إلى طبيعة برامج الكمبيوتر أو إلى طبيعة العمل أو المهمة المطلوبة، فبعض البرامج يتم إدخال بيانات محدودة ويتم

عرض بيانات محدودة مثل العاملين في شبابيك البريد أو البنك فقط يدخلون أرقام الصكوك ثم يقومون بقراءة المخرجات أو البيانات الخاصة بالصك ورغم ذلك يشعرون بالتعب نظراً لعدد العمليات بينما في برامج أخرى كما هو عند المهندسين المعماريين والمدنيين الذين يستخدمون عادةً برنامج الأوتوكاد(Autocad) الذي يتطلب الكثير من المهارات ويتطلب تكويناً نظراً لتعدد الإجراءات والتقنيات المتوفرة فيه، إذ يتطلب إدخال العديد من المدخلات ويتطلب حركات كثيرة مثل تحريك مؤشر الفأرة وأحياناً الكتابة بلوحة المفاتيح والانتقال من قائمة أوامر إلى أخرى والبحث عن أزرار وأيقونات، الخ. هذه العمليات والإجراءات تجعل مستخدمي مثل هذه البرامج يشعرون في كثير من الأحيان بالتعب أو الملل أو عدم الرغبة في العمل وعدم الارتياح وهذا ما يمكن تسميته بعبء العمل هذا ربما راجع إلى طبيعة الفرد وطبيعة المهمة المطلوبة وطبيعة إعداد واجهة البرنامج، من هنا قام الباحثون بإجراء العديد من البحوث لتحديد مصادر عبء العمل لمستخدمي برامج الكمبيوتر وحينما نذكر كلمة عبء العمل يجب أن نحدد طبيعته فالمستخدم هنا يحتاج كثيراً إلى العمليات العقلية مثل التذكر والإدراك والتركيز واتخاذ القرارات وحل المسائل، الخ بينما العمليات العضلية تكاد تنحصر على حركات اليد والأصابع في رقعة ليست بالكبيرة أو حركات العين بالنسبة لشاشة الكمبيوتر وبالمقارنة بما يشعر به الفرد من تعب فإنه إذا كان يشعر بالتعب العضلي فإنه بطبيعة الحال يكون واضح وهو ناتج عن حركات الأصابع واليدين في حالة ما كانت وضعية الجلوس جيدة ومريحة أو يشعر الفرد بالتعب والإجهاد من كثرة حركة العينين وهذا النوع من التعب يسمى بالعبء أو الثقل العضلي أما من ناحية أخرى ونظراً لكثرة المتطلبات العقلية من تركيز وتذكر واتخاذ القرارات والإجراءات فيشعر الفرد كذلك بحالة تعب ويسمى هذ النوع من التعب بالعبء الذهني أو بمصطلح أخر وهو الثقل الفكري وهذا ما سوف يتطرق إليه الباحث، حيث قام بدراسة خاصة لعينة من المهندسين المعماريين والمدنيين الذين يستخدمون برنامج الأوتوكاد لتصميم مختلف المخططات العمرانية، وتم اختيار هذه العينة وهذا البرنامج نظراً لكثرة وتنوع العمليات التي يقوم بها هذا البرنامج من مدخلات أو مخرجات وهذا ما يؤدي إلى الثقل الفكري وهو موضوع البحث.

ومن هنا تتمثل الدراسة في المشكل الرئيسي وهو:

– ما هي مصادر الثقل الفكري لدى مستخدمي برنامج الأوتوكاد(Autocad)؟

وانطلاقاً من مشكل البحث الرئيسي يمكن طرح مجموعة من التساؤلات على النحو التالي:

-هل لطريقة استخدام البرنامج علاقة بارتفاع الثقل الفكري لمستخدميه؟

-هل لمدى معرفة مختلف التقنيات والإجراءات أو المهارات علاقة بارتفاع الثقل الفكري؟

-هل المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج على شكل تقنيات وتصميمات لها دور في خفض الثقل الفكري لمستخدم برنامج الأوتوكاد؟

-هل هناك عوامل أخرى تؤدي إلى إرتفاع الثقل الفكري؟

2-دواعي اختيار الموضوع:

انصب اهتمام الباحث لهذا الموضوع للأسباب التالية:

- التطرق إلى دراسة نسق إنسان-كمبيوتر والمعايير الأرغونومية لتصميم واجهات برامج الكمبيوتر.
- التطرق إلى أهم المواضيع المهمة في الأرغونوميا وهي مختلف تقنيات تحليل المهمة أو المهام.
- التطرق إلى موضوع مهم والذي تكاد تنعدم فيه المراجع بالمكتبة الجامعية ومختلف الدراسات باللغة العربية حسب إطلاع الباحث، ألا وهو الثقل الفكري حيث لم يجد الباحث إلى بعض الدراسات القليلة في هذا الموضوع باللغة العربية.
- التطور السريع في استخدام برامج الكمبيوتر حيث أن مصممي هذه البرامج غالباً لا يهتمون أكثر بالطرف الأخر وهو الإنسان، إذ لا يهتمون بالخصائص النفسية والمعرفية والجسدية للإنسان.

3-أهمية وأهداف البحث:

- ❖ التعريف بمختلف المعايير الأرغونومية المشهورة لتصميم واجهات برامج الكمبيوتر.
- ❖ التعريف بتقنيات تحليل المهام لما لها من أهمية لدى أخصائي الأرغونوميا واستخدامها في مختلف الدراسات.

- ❖ التعريف بالثقل الفكري وكيفية قياسه وتحديد مصادره وتقنيات قياسه المختلفة.
- ❖ تقديم دور أخصائي الأرغونوميا وخاصة الأرغونوميا المعرفية في مجالات الكمبيوتر والمعلوماتية.
- ❖ من خلال الدراسة يستفيد أخصائي الأرغونوميا في اقتراح معايير أرغونومية لنسق إنسان–آلة.
- ❖ المساهمة في إثراء المكتبة الجامعية.

4- تحديد المفاهيم الإجرائية:

أ- **المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان–كمبيوتر:** هي دراسة تصميم واجهات المستخدم الافتراضية التي تلبي سلامة الجسم البشري وقدرات الإنسان العقلية والنفسية.

ب–**نسق إنسان–كمبيوتر:** أو تفاعل إنسان–كمبيوتر وهو علم يدرس إرتباط الإنسان بالآلة، وعليه فهو علم مستمد من ناحيتين، من ناحية الآلة يتعلق الأمر برسوميات الحاسوب وأنظمة التشغيل ولغات البرمجة، ومن ناحية الإنسان فهناك الأرغونوميا والعلوم الإجتماعية وعلم النفس المعرفي أو الإدراكي.

ج–**عبء العمل:** هو مقدار العمل الذي يقوم به الفرد، هناك فرق بين القيمة الفعلية للعمل وإدراك الفرد لعبء العمل، يمكن تصنيف عبء العمل على أنه كمي أي كمية العمل المنجزة، وعبء العمل النوعي أي صعوبة العمل.

د– **الثقل الفكري:** هو قيمة الجهد العقلي المبذول المستعمل في الذاكرة العاملة.

هـ–**برنامج الكمبيوتر:** مصطلح عام يستخدم لوصف مجموعة من عمليات الحاسوب متكاملة لحل مسألة معينة أو للقيام بعمليات أو مهام معينة.

الفصل الثاني:

المعايير الأرغنومية لتصميم

واجهات إنسان-كمبيوتر

تمهيد:

تصميم المعايير الأرغونومية هو جزء من مشروع بحث واسع يهدف إلى تطوير المناهج والأدوات التي سوف تدمج اعتبارات العوامل الإنسانية ضمن معالجة تصميم وتقييم واجهات إنسان كمبيوتر (HCI). بينما أجزاء أخرى من مشروع البحث تهتم بمسائل المهمة، مسائل الخبرة، مسائل تصميم الواجهة، الخ. تصميم المعايير ينظر إليه أنه وسائل تحديد، وأبعاد تفعيل سهولة الاستعمال. مع احترام التقييم، تصميم المعايير يمثل طريقة تحسين اكتمال ووضوح التشخيص، وتقييس شكل التقييم، والتوثيق الأحسن للتقييم. المعايير يمكن أيضاً أن تكون مساعدة لتعليم مسائل واجهة إنسان كمبيوتر (HCI).

وفي هذا الفصل يتطرق الباحث إلى اهم المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان–كمبيوتر.

المعايير الأرغونومية لنسق إنسان كمبيوتر:

يتم التطرق في هذا الفصل إلى أهم المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان–كمبيوتر أو التفاعلات بين الإنسان والكمبيوتر، والتي توصل إليها الباحثان سكابين وباستيان سنة 1993، قام الباحثان باخ وسكابين بإعداد وتصنيف التوصيات أو المعايير الأرغونومية حيث تم اختيار 20 توصية مهمة من بين 170 توصية وتم التحقق من صدقها كل من باخ وسكابين سنة 2003 تم اعتمادها من طرف المنظمة العالمية للتقييسISO تحت البند 92041، يتضمن هذا البند 17 جزء.

يمكن شرح أهم هذا المعايير كما يلي:

1–التوجيه (Guidance):

توجيه المستخدم يشير إلى الوسائل المتاحة لنصح وإعلام وإرشاد وتوجيه المستخدمين طوال تفاعلاتهم مع برنامج الكمبيوتر (رسائل، تنبيهات، تسميات، الخ.) بما في ذلك من وجهة نظر المعجمي.

معيار التوجيه ينقسم على أربع معايير وهي: الحث، تجميع/تمييز المواضيع، ردود الفعل الفورية، الوضوح.

التوجيه الجيد يسهل تعلم واستعمال النظام بالسماح لمستخدمي البرامج لمعرفة في أي وقت وأين هم من سلسلة تفاعلات، أو في انجاز المهمة، لمعرفة ماهي الإجراءات الممكنة فضلاً عن عواقبهم، وللحصول على معلومات إضافية (ربما على الطلب). تسهيل التعلم وتسهيل الاستعمال الذي يتبع توجيه جيد يؤدي إلى أداء أفضل وقليل من الأخطاء.

1–1–الحث (Prompting) :

له تعاريف أكثر من المعتاد، حيث يشير هنا هذا المعيار إلى الوسائل المتوفرة لأجل قيادة المستخدمين لإجراء حركات أو إجراءات خاصة سواء كانت عبارة عن إدخال بيانات أو مهام أخرى. هذا المعيار كذلك يشير إلى كل الوسائل التي تساعد المستخدمين لمعرفة البدائل عند عدة إجراءات والتي يمكن أن تتوقف على السياق.

الحث كذلك يهتم بمعلومات حول الحالات، تلك المعلومات حول الوضعية الحالية أو في سياق النظام، فضلاً عن المعلومات المتعلقة بتسهيل المساعدة وإمكانية الوصول.

الحث الجيد يوجه المستخدمين ويساعدهم، على سبيل المثال، تعلم مجموعة من التعليمات. الحث الجيد كذلك يسمح للمستخدمين لمعرفة بالضبط الوضع الحالي، وأين هم من المعالجة، فضلا عن الإجراءات الناتجة في السياق. وهكذا الحث الجيد يساعد المستخدمين للإبحار في تطبيقات النظام ويساعد في التقليل من ارتكاب الأخطاء.

أمثلة:

لإدخال البيانات، يُزود المستخدم بأشكال مطلوبة وقيم مقبولة:

مثال: يشمل في حقل

- عرض وحدات القياس لإدخال البيانات.
- يدل إلى كل وضعيات المعلومات (وسائط، قيم،.... الخ)
- في كل حقل بيانات، تظهر رقعة مرتبطة.
- تزويد بإشارات على امتداد مقبول للمدخلات.
- تزويد بعنوان لكل نافذة.
- تزويد بمساعدة على الخط مع الدليل.

الحث الجيد يساعد بطريقة مباشرة طلب المستخدمين للإجراءات الممكنة التي يمكن أن تؤخذ على سبيل المثال، متى كانت هذه الإجراءات عديدة وممكنة (مثل تأكيد، إلغاء، نسخ، لسق، الخ) فقط الإجراءات المتوفرة يمكن أن تظهر، أو تُبين في رسالة، الوسائل المباشرة كذلك متوفرة لتوجيه المستخدم. في المثال السابق، إذا كانت كل الخيارات معروضة، أشكال مختلفة يمكن أن تستعمل لتدل على تلك المتوفرة حالياً.

عندما تكون الخيارات عديدة أو الإجراءات تكون ممكنة، الاحتمال الأوسع أو الاجراء الأكثر منطقي يمكن أن يعرض في شكل متميز عن الخيارات الأخرى، مثل خط متقطع يحيط بالزر.

1-2-التجميع أو التمييز بين العناصر(Grouping/Distinction of Items):

معيار التمييز أو التجميع بين العناصر يتعلق بالتنظيم المرئي لبنود المعلومات من علاقة إلى أخرى. هذا المعيار يأخذ بعين الاعتبار التموقع (Topology)، وبعض الخصائص الصورية (الشكل) لبيان العلاقة بين مختلف العناصر أو المواضيع الظاهرة على شاشة الكمبيوتر، لبيان ما إذا كانت تنتمي أو لا تنتمي إلى فئة معينة، أو كذلك لبيان الفروق بين مختلف الفئات أو مجموعات المواضيع والعناصر. هذا المعيار كذلك يتعلق بتنظيم العناصر أو المواضيع ضمن فئة أو مجموعة.

فهم المستخدمين لشاشة العرض المعتمدة، من بين الأمور الأخرى، مثل ترتيب المواقع وتمييز العناصر والمواضيع (صور، نصوص، أوامر الخ) التي تعرض، المستخدمين سيكتشفون الفرق بين العناصر أو مجموعة العناصر ويتعلمون علاقاتهم (العلاقات بين العناصر) بأكثر سهولة، من جهة، تعرض بطريقة منظمة (مثال: الترتيب الأبجدي، تواتر الاستخدام، الخ) وإذا من ناحية أخرى العناصر أو مجموعات العناصر المعروضة في أشكال أو المدرجة بطرق التي تدل على تشابههم أو اختلافاتهم. كذلك تعلم وتذكر العناصر أو مجموعات العناصر سوف يتحسن. تجميع أو تمييز العناصر يؤدي إلى توجيه أحسن.

معيار التجميع أو التمييز ينقسم إلى ثلاثة معايير ثانوية:

- التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس التموقع.
- التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس الشكل.
- التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس الأداء.

1-2-1-التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس التموقع:

معيار التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس التموقع أو المكان في شاشة الكمبيوتر يتعلق بالوضعيات القريبة للعناصر لتبيان ما إذا كانت تنتمي أو لا تنتمي إلى فئة معينة، أو كذلك لتبيان الفروق بين الفئات، هذا المعيار كذلك يتعلق بالوضعيات القريبة للعناصر ضمن فئة.

فهم المستخدمين لعرض شاشة الكمبيوتر، من بين الأشياء الأخرى، ترتيب المواضيع (صور، نصوص، أوامر الخ) التي يتم تقديمها، المستخدمين سوف يكتشفون الفرق بين العناصر بأكثر

سهولة إذا تم تقديمهم بطريقة منظمة (مثل الترتيب الأبجدي، تواتر الاستعمال، الخ) كذلك تعلم وتذكر العناصر سوف يتحسن، التجميع أو التمييز بالتموقع يؤدي إلى التوجيه الجيد.

أمثلة:

- تنظيم العناصر في قوائم هرمية.
- تنظيم الخيارات ضمن قوائم الأوامر (Menu)مثل وظائف العناصر التي يطبقها المستخدم.
- عندما تكون الخيارات المعروضة متعددة، ترتيبهم يجب أن يكون منطقي (ترتيب أبجدي، وظيفي، تواتر الاستخدام، الخ)

التجميع أو التمييز بين العناصر يمكن أن ينجز بالشكل وبالتموقع، والشكل يتوافق مع مختلف الميزات المعروضة (الطوبولوجيا والصور المضافة)، على سبيل المثال خيارات قائمة الأوامر يمكن ان تتميز إما أو كلاهما مع الموقع على شاشة الكمبيوتر مثل مختلف الخيارات المتكررة في أعلى الشاشة، المزيد من الخيارات متكررة منخفضة في أسفل الشاشة، والشكل مثل خط فاصل بين وضع الخيارات المتعلقة بتخطيط النص ووضع الخيارات المتعلقة بأنواع الحروف.

1-2-2-التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس الشكل:

معيار التجميع أو التمييز بين العناصر على أساس الشكل يتعلق أكثر دقة بالميزات الرسومية (شكل، لون، الخ) الذي يبين ما إذا كانت تنتمي أو لا تنتمي لفئة معينة، أو الذي يبين الاختلافات بين مختلف الفئات، أو كذلك الاختلافات بين عناصر فئة معينة.

سيكون من السهل لمستخدم برنامج الكمبيوتر لمعرفة العلاقة بين العناصر أو فئات العناصر إذا كانت الأشكال المختلفة أو الرموز المختلفة توضح تشابهاتهم أو اختلافاتهم. مثل العلاقات سوف تكون أسهل للتعلم والتذكر كما أن التجميع والتمييز بالشكل الجيدين يؤديان إلى توجيه جيد لمستخدم برنامج الكمبيوتر.

1-2-3-التجميع/التمييز بين العناصر على أساس الأداء:

هذا المعيار يتعلق أكثر بأداء عناصر الفئات، حيث يتم تجميع وتمييز العناصر حسب التقارب في الأداء أو يتم تجميع وتمييز فئات العناصر حسب تشابههم واختلافهم في الأداء.

1-3-ردود الفعل الفورية(Immediate Feedback) :

معيار الردود الفعل الفورية يتعلق باستجابات نظام الكمبيوتر لإجراءات مستخدم البرنامج. هذه الإجراءات ممكن ان تكون مدخلات مفتاحية بسيطة أو تعاملات معقدة مثل أوامر مكدسة، في كل الحالات استجابات الكمبيوتر يجب ان تكون متوفرة، ويجب ان تكون سريعة مع توقيت مناسب وثابت لمختلف أنواع التعاملات، في كل الحالات الإجابة السريعة من طرف الكمبيوتر يجب ان تكون متوفرة مع معلومات حول التعامل المطلوب ونتائجه.

سرعة ونوعية ردود الفعل هما عاملان مهمان لإنجاز مستخدم برنامج الكمبيوتر بثقة ورضا إضافة إلى فهم الحوار (بين الكمبيوتر والمستخدم). هذه العوامل تسمح لمستخدمي البرامج بالحصول على فهم أفضل لوظائف النظام، غياب ردود الفعل(Feedback) أو تأخرها يمكن أن يؤدي إلى ارتباك مستخدم برنامج الكمبيوتر.

أمثلة:

- كل مدخلات المستخدم يجب أن تكون معروضة ماعدا المدخلات السرية مثل كلمة السر، حتى في هذه الحالة، كل مدخلة مفتاحية يجب ان تعالج كردود فعلية ملموسة.
- بعد انقطاع المستخدم عن معالجة البيانات، تظهر رسالة تؤكد للمستخدم أن النظام رجع إلى حالته السابقة.
- عندما تطول معالجة النظام، معلومات متعلقة بحالة المعالجة يجب ان تكون متوفرة للمستخدم.

1-4-الوضوح (Legibility) :

معيار الوضوح يتعلق بالخصائص المعجمية للمعلومات المقدمة على شاشة الكمبيوتر التي يمكن أن تعيق أو تسهل قراءة هذه المعلومات (خصائص السطوع، التباين بين الحروف والخلفيات، حجم الخط، المسافة بين الكلمات، المسافة بين الخطوط، المسافة بين الفقرات، طول الخط، الخ) بحكم التعريف، معيار الوضوح لا يتعلق بردود الفعل الفورية أو تنبيهات الأخطاء.

الأداء يزداد عندما تكون المعلومات المعروضة على شاشة الكمبيوتر تأخذ بعين الاعتبار الخصائص المعرفية والإدراكية لمستخدمي برامج الكمبيوتر، الوضوح الجيد يسهل قراءة المعلومات المُقدمة، على سبيل المثال الحروف العاتمة على خلفية بيضاء تسهل القراءة أكثر من العكس، نص معروض بحالة ممزوجة بين حروف كبيرة وحروف صغيرة يُقرأ بسهولة من نص معروض فقط بحالة حروف كبيرة.

أمثلة:

- العنوان يجب أن يكون في الوسط.
- مؤشرة الفأرة يجب أن يتميز عن باقي العناصر والأشكال المعروضة.

2-عبء العمل (Workload):

معيار عبء العمل يتعلق بكل عناصر واجهة الكمبيوتر التي تلعب دور في تخفيض العبء أو الثقل الإدراكي والمعرفي لمستخدمي برامج الكمبيوتر، وفي زيادة فاعلية التفاعل بين الإنسان والكمبيوتر.

معيار عبء العمل ينقسم إلى معياريين ثانويين هما: الإيجاز أو الاختصار (والذي يتضمن كل من التقليص وإجراءات الحد الأدنى) والمعيار الثاني وهو كثافة المعلومات.

ارتفاع عبء العمل يؤدي إلى ارتفاع احتمالية ارتكاب الأخطاء، زيادة على ذلك يُصرف المستخدمين عن المعلومات الأقل أهمية، والكثير منهم لا يستطيعون إنجاز مهامهم بأحسن ما يرام، إلى جانب ذلك، الإجراءات القصيرة المطلوبة تؤدي إلى تفاعلات أسرع.

2-1-الإختصار(Brevity):

معيار الاختصار يتعلق بالثقل الإدراكي والمعرفي كلاهما لأجل المدخلات والمخرجات الفردية ومجموعة المخرجات (مجموعة مخرجات تحتاج إلى إنجاز الهدف أو المهمة المطلوبة)، الاختصار يتوافق مع هدف الحد من عبء العمل عند قراءة المخرجات وعدد خطوات الإجراءات، معيار الاختصار ينقسم إلى معياريين ثانويين هما: التقليص وإجراءات الحد الأدنى.

2-1-1-التقليص(Concision):

معيار التقليص يتعلق بعبء العمل الإدراكي والمعرفي للمدخلات والمخرجات الفردية.

قدرة الذاكرة على المدى القصير محدودة، وبناء على ذلك المدخلات القصيرة تؤدي إلى احتمالات قليلة لارتكاب الأخطاء، إلى جانب ذلك العناصر الأكثر مقتضبة تؤدي إلى أوقات قصيرة للقراءة.

أمثلة:

- للبيانات الرقمية، إدخال الأصفار البادئة لا يجب أن يكون ضروري.
- إذا كانت الرموز أكبر من 4 أو 5 أحرف، يستعمل فن الاستذكار أو الاختصارات.
- يسمح للمستخدمين بإدخال بيانات قصيرة.

2-1-2-إجراءات الحد الأدنى (Minimal Actions):

هذا المعيار يتعلق بعبء العمل مع احترام عدد الإجراءات الضرورية لإنجاز الهدف أو المهمة، ومن هنا مسألة الحد قدر الإمكان من الخطوات التي يتبعها المستخدم، الإجراءات اللازمة الأكثر عدداً وتعقيداً لإنجاز مهمة ما تؤدي إلى ارتفاع عبء العمل وبناءً على ذلك يرتفع احتمال ارتكاب الأخطاء.

أمثلة:

- التقليل من عدد الخطوات المطلوبة لجعل الاختيار من قائمة الخيارات Menu.
- لا يتطلب إدخال البيانات من طرف المستخدم عندما تكون البيانات ممكن استخلاصها من برنامج الكمبيوتر.
- تجنب المستخدمين إدخال الأوامر التي تتضمن تنقيط.

2-2-كثافة المعلومات (Information Density):

معيار كثافة المعلومات يتعلق بعبء عمل مستخدمي برامج الكمبيوتر من وجهة نظر إدراكية ومعرفية مع اعتبار مجموعة كاملة من المعلومات المقدمة لمستخدمي برامج الكمبيوتر بدلاً من كل عنصر على حدة، في معظم المهام أداء مستخدمي البرامج تصبح أسوء عندما تكون كثافة المعلومات مرتفعة جداً أو تكون جد منخفضة، في هذه الحالات الأخطاء تصبح أكثر احتمالا، العناصر والمواضيع التي لا ترتبط بالمهمة ينبغي أن تُحذف أو تُخفى.

3-التحكم الصريح أو المحدد (Explicit Control):

معيار التحكم الصريح أو المحدد يتعلق بكل من معالجة نظام الكمبيوتر للإجراءات المحددة لمستخدم برنامج الكمبيوتر، وتحكم المستخدمين يكون على معالجة إجراءاتهم من طرف النظام.

معيار التحكم الصريح أو المحدد ينقسم إلى معيارين ثانويان هما: إجراء المستخدم المحدد أو الصريح وتحكم المستخدم.

عندما يحدد مستخدمي البرنامج صراحة مدخلاتهم وعندما هذه المدخلات تكون تحت سيطرتهم، فضلاً عن الأخطاء تكون محدودة، زيادة على ذلك، النظام سيكون أفضل توافق مع مستخدمي البرنامج إذا سيطروا على الحوار او التفاعل مع الكمبيوتر.

3-1-إجراء المستخدم الصريح أو المحدد(Explicit User Action):

معيار إجراء المستخدم الصريح يشير إلى العلاقة بين معالجة الكمبيوتر وإجراءات مستخدميه، العلاقة يجب ان تكون صريحة مثل الكمبيوتر يجب أن يعالج فقط الإجراءات المطلوبة من مستخدمي البرنامج وفقط حينما يطلب منه فعل ذلك، عندما تكون نتائج معالجة الكمبيوتر من إجراءات المستخدم المُحددة أو الصريحة، مستخدمي البرنامج يتعلمون ويفهمون جيداً وضائف التطبيقات والأخطاء تكون قليلة.

مثال:

- دائماً يطلب من المستخدم الضغط على زر Enter لبدء معالجة البيانات المدخلة وليس الشروع في المعالجة كأثر جانبي مثل تحديث ملف أو إجراء أخر مثل طباعة.

3-2-تحكم المستخدم (User Control) :

معيار تحكم المستخدم يشير إلى الواقع الذي هو أن مستخدمي البرنامج يجب دائماً أن يكونوا متحكمين في معالجة النظام مثل: قطع، الغاء، توقف، متابعة، الخ، كل إجراء من طرف المستخدم يجب أن يكون منتظر والخيارات المناسبة يجب أن تكون متوفرة.

أمثلة:

- السماح للمستخدم بزيادة سرعة إدخال بياناته، بدلاً من وجود وتيرة يتم التحكم فيها من طرف معالجة الكمبيوتر أو عوامل خارجية.
- مؤشر الفأرة لا ينبغي أن يتحرك أوتوماتيكياً وبدون تحريك المستخدم.
- المستخدم يجب أن يكون له خيار التحكم في الصفحات على الشاشة.
- السماح للمستخدم بقطع أو إلغاء التفاعل الحالي أو المعالجة الحالية للبيانات.
- تزويد بإجراء "إلغاء" الذي يكون له تأثير على محو أي تغييرات مفتعلة من طرف المستخدم واستعادة العرض الحالي إلى الإصدار السابق.

4-القدرة على التكيف (Adaptability):

القدرة على التكييف مع النظام يشير إلى قدرته على التصرف في السياق والتوافق مع حاجيات المستخدم وتفضيلاته، هذا المعيار ينقسم إلى معيارين ثانويان وهما: المرونة وخبرة المستخدم.

4-1المرونة(Flexibility) :

معيار المرونة يشير إلى الوسائل المتوفرة لمستخدم البرنامج لتخصيص الواجهة من أجل أن يؤخذ بعين الاعتبار استراتيجيات عملهم وعاداتهم ومتطلبات مهامهم، المرونة تتأثر بعدد الطرق الممكنة لإنجاز الهدف المطلوب، وبعبارة أخرى هي قدرة واجهة الكمبيوتر للتكيف مع حاجيات مستخدمه الخاصة.

أمثلة:

- عندما تكون مطالب مستخدم البرنامج غير مؤكدة، يتم تزويد المستخدم ببعض الوسائل للتحكم بترتيب أو تكوين عرض الصفحة.
- عندما لا يستطيع مصممي واجهات الكمبيوتر توقع القيم الافتراضية التي تساعد وتسمح للمستخدم بتحديد وتغير أو حذف القيم الافتراضية للبيانات المدخلة.
- عندما تكون بعض العروض غير ضرورية، المستخدم يجب أن يكون قادر على حذفها أو إخفائها مؤقتاً.
- عندما تكون أشكال النص غير متوقعة سلفاً، يُسمح للمستخدم بالتخصيص والتخزين في المستقبل، استعمال أشكال التي يمكن أن يحتاجها.

4-2-خبرة المستخدم (User Experience) :

معيار خبرة المستخدم يشير إلى الوسائل المتوفرة لأخذ بعين الاعتبار مستوى خبرة مستخدم البرنامج، يوجد فرق في حاجيات المعلومات بالنسبة المستخدمين الذين لهم خبرة والذين ليست لديهم خبرة، قد يكون من المرغوب فيه تزويد المستخدمين الذين ليست لديهم خبرة بطرق حث للتفاعلات تسمح باتخاذ إجراءات خطوة بخطوة، أما بالنسبة للمستخدمين ذوي الخبرة، هذه الإجراءات تجعلهم يشعرون بالملل وتبطيء عملهم، المختصرات يمكن أن تسمح لهم بالدخول إلى وضائف النظام بأكثر سرعة، اختلاف مستويات التفاعل مع الكمبيوتر يجب أن تأخذ خبرة المستخدم بعين الاعتبار، ومع ذلك معظم برامج الكمبيوتر لها مستخدمين من مختلف المستويات، المستخدمين يمكن أن يصبحوا أصحاب خبرة بمرور الوقت، أو ممكن اقل خبرة بعد فترة طويلة لعدم استعمال البرنامج، واجهة الكمبيوتر يجب أن تصمم لاستيعاب مستويات خبرة المستخدمين.

أمثلة:

- السماح للمستخدمين ذوي الخبرة بتجاوز سلسلة خيارات من قائمة الخيارات وجعل إدخال أوامر معادلة عن طريق مفاتيح مباشرة مثل نقر على مفاتيح Ctrl+C للنسخ.
- السماح للمستخدمين ذوي الخبرة باستعمال مفتاح واحد لسلسلة من الأوامر في وقت واحد، والمستخدمين قليلي الخبرة باستعمال المفاتيح خطوة بخطوة.
- عند إظهار تنبيه حدوث خطأ، يتم السماح للمستخدمين بمعرفة تفاصيل مشروحة عن الخطأ الحاصل.

5-تسيير الأخطاء (Error Management):

معيار تسيير الأخطاء يشير على الوسائل المتوفرة لمنع أو التخفيض من حدوث أخطاء ولاكتشافها عند حدوثها، تعرف الأخطاء في هذا السياق على أنها بيانات غير صحيحة، أو أوامر خاطئة.

ينقسم هذا المعيار إلى ثلاث معايير ثانوية: الحماية من الخطأ، نوعية رسائل أو تنبيهات الخطأ، تصحيح الخطأ.

5-1-الحماية من الخطأ (Error Protection):

معيار الحماية من الخطأ يشير إلى الوسائل المتوفرة لاكتشاف ومنع أخطاء البيانات المُدخلة أو الأوامر الخاطئة، أو إجراءات مع عواقب متلفة.

أمثلة:

- عندما يطلب من المستخدم تنفيذ إجراء تسجيل الخروج من البرنامج وإذا كانت أي من العمليات لم تنتهي بعد أو بيانات سوف تضيع، تظهر رسالة تنصح المستخدم من التأكد بالإجراء المطلوب وتنبهه بعدم انتهاء العمليات.
- لا يسمح للمستخدمين بتغيير المعلومات على المجالات المخصصة لإعلام المستخدم.
- التأكيد من ان البرنامج سوف يتعامل خصيصاً مع كل أخطأ المستخدم الممكنة، ضمن المدخلات الغير مقصودة.

5-2-نوعية رسائل تنبيهات الخطأ (Quality of Error Messages):

هذا المعيار يشير إلى صياغة ومحتوى رسائل الخطأ، والتي هي: صلتها، قراءتها، خصوصياتها حول طبيعة الأخطاء (بناء الجملة، الشكل، الخ) والإجراءات اللازمة لتصحيحها.

أمثلة:

- إذا اختار مستخدم البرنامج مفتاح وظيفة غير صحيح، فلا يجب أن يحدث أي اجراء من طرف نظام الكمبيوتر ماعدا رسالة توجيهية للوظائف المناسبة لإجراء العملية.
- من أجل رسائل الخطأ، اعتماد صيغة موجهة للمهمة.
- جعل رسائل الخطأ مختصرة لكن إعلامية.

5-3-تصحيح الخطأ (Error Correction) :

معيار تصحيح الخطأ يشير إلى الوسائل المتوفرة لمستخدم البرنامج لتصحيح الخطأ، الأخطاء تكون أقل إزعاجاً عندما تكون سهلة، وتصحح في الحين.

أمثلة:

- يسمح لمستخدم البرنامج بتحرير أوامر موسعة أثناء تركيبها قبل أخذ إجراء محدد لإدخال الأمر.

- استمرار اكتشاف الأخطاء، يتطلب من مستخدم البرنامج لإعادة إدخال فقط جزء من البيانات أو الأمر المدخل الغير صحيح.
- إذا كانت معالجة البيانات المدخلة قد انتهت وتم اكتشاف الأخطاء، يُسمح لمستخدم البرنامج بجعل التصحيحات مباشرة وفورية.

6-الإتساق(Consistency):

معيار الاتساق يشير إلى طريقة اختيارات تصميم واجهة الكمبيوتر (الرموز، الأسماء، الأشكال، الإجراءات، الخ) التي تحافظ على السياقات المتشابهة والمختلفة متى طُبقت مختلف السياقات.

أمثلة:

- عنوان النافذة يجب دائماً أن يقع في نفس المكان.
- يستعمل نفس أشكال الشاشة.
- يستعمل نفس الإجراءات للدخول إلى خصائص قائمة الخيارات.
- توجيهات للبيانات المُدخلة أو الأوامر يجب أن تظهر في موقع قياسي.
- مجالات إدخال البيانات يجب دائماً أن تكون نفسها.

7-معاني الرموز(Significance of Codes):

معيار معاني الرموز يؤهل العلاقة بين مصطلح أو معنى ودلالته، الرموز والأسماء تكون دالة للمستخدم عندما يكون هناك علاقة دلالة قوية بين بعض الرموز والمواضيع أو الإجراءات التي تشير اليها.

عندما تكون الرموز ذات معنى، يكون تذكرها وتحديدها سهل، بالإضافة إلى الرموز أو الأسماء الغير دالة يمكن ان تؤدي إلى عمليات المستخدم الغير مناسبة، وهذا يؤدي إلى ارتكاب الأخطاء.

أمثلة:

- العنوان يجب ان يكون متميز ودال.
- جعل قواعد الاختصار المحدد.

- الرموز يجب أن تكون دالة ومألوفة بدلاً من أن تكون اعتباطية مثل نرمز للحرف "ذ" لمعنى ذكر.

8-التوافق(Compatibility):

معيار التوافق يشير إلى النسق بين خصائص مستخدمي البرنامج (ذاكرة، الإدراك، العادات، المهارات، السن، التوقعات، الخ) وخصائص المهمة من جهة وتنظيم المدخلات والمخرجات والمعالجات للتطبيق المعين من جهة أخرى. كذلك هذا المعيار يتعلق بالتماسك بين البيئات وبين التطبيقات.

انتقال المعلومات من سياق إلى آخر يكون أسرع وأكثر فاعلية عندما يكون حجم المعلومات للتخزين من طرف مستخدم البرنامج محدودة.

الفاعلية تزداد عندما تكون العمليات مصممة لإنجاز المهمة التي تتوافق مع الخصائص النفسية للمستخدم، العمليات والمهمات تكون منظمة مع احترام توقعات وممارسات وترجمات المستخدم.

الخلاصة:

تعتبر المعايير الأرغونومية من بين أهم الأدوات المستعملة في تصميم واجهات إنسان– كمبيوتر، وأهميتها تكمن في تسهيل التفاعل بين الإنسان وبرنامج الكمبيوتر بدون عناء وارتكاب الأخطاء وكذلك من أجل اختصار الوقت، وفي هذا الفصل تطرق الباحث إلى المعايير الأرغونومية التي تم التوصل إليها من طرف الباحثان سكابين و باستيان.

يحتاج الباحث إلى هذه المعايير في بحثه من أجل الكشف عنها في الكمبيوتر والتي تتوفر في برنامج الأوتوكاد(Autocad) على شكل تقنيات وإجراءات وتصميمات وعن دورها في خفض الثقل الفكري لدى مستخدم برنامج الكمبيوتر وكذلك الحد من ارتكاب الأخطاء.

الفصل الثالث

تقنيات تحليل المهام

تمهيد:

تعتبر تقنيات تحليل المهام من بين أهم الأدوات التي يلجأ إليها أخصائي الأرغونوميا في عمله أو بحوثه، وهي تساعده على فهم نسق الانسان والآلة أو التفاعل بينهما، أو من أجل تحديد عوامل ومصادر عبء العمل وكذلك من أجل تحديد المخاطر والأخطاء المرتكبة أثناء أداء المهام ، تحليل المهام يتظمن تحديد المهام، جمع بيانات المهمة، تحليل البيانات.

وسيتطرق الباحث في هذا الفصل إلى أربع تقنيات تعتبر أهم التقنيات المستعملة في تحليل المهام من اجل دراسة تفاعل أو نسق انسان–كمبيوتر، أو في تحديد مصادر الثقل الفكري أو عبء العمل.

تقنيات تحليل المهام:

تستخدم لفهم ولإظهار أداء الانسان أو النظام في عمل أو أداء مهمة ما، وحسب بعض الباحثين فانه يوجد حوالي 100 تقنية لتحليل المهمة (المهام) تم التوصل إليها (Diaper & Stanton, 2004). تحليل المهمة أو العمل يمكن ان يعرف على انه دراسة ما هو مطلوب من العامل أو الفريق عمله، وذلك بفعل الإجراءات والمعالجات المعرفية لانجاز أهداف النظام (Ainsworth & kirwan, 1992).

تقنيات تحليل المهمة منتشرة في الكثير من المجالات وفي العديد من التطبيقات مثل: المهام العسكرية، الطيران، مراقبة الملاحة الجوية، التكنولوجيا العمومية، الخ. هناك العديد من التقنيات الخاصة بتحليل المهام والتي يحتاجها مصممي واجهات انسان–كمبيوتر ومنها:

التحليل الهرمي للمهمة(HTA)، تقنية GOMES وتعني اختصار للكلمات التالية: أهداف، مشغلات، مناهج، قواعد الاختيار (Goals, Operators, Methods, Selection Rules)،

كما ان هناك العديد من التقنيات التي يستخدمها مصممي واجهات الكمبيوتر وأخصائي الأرغونوميا يذكر الباحث البعض منها أو أهم هذه التقنيات:

1–التحليل الهرمي للمهمة(HTA):

تم تطويره من طرف جامعة هال إستجابة لإحتياجات تحليل مهام معقدة مثل تلك الموجودة في المعالجات الكيميائية وصناعات الطاقة العامة، تتضمن هذه التقنية تجزئة المهمة إلى تحليل هرمي للأهداف والعمليات والمخططات حيث تجزء المهام هرمياً إلى طاقم مهام، مهام فرعية، مخططات، أهداف. الخ. ويمكن تلخيص هذه العناصر كما يلي:

أ–الأهداف: هي مهام غير مرئية مرتبطة بالمهمة في السؤال.

ب–المشغلات: سلوكيات ظاهرة (مرئية) أو الإجراءات التي ينجزها العامل لانجاز هدف المهمة في السؤال.

ج–المخططات: قرارات غير مرئية وهي ناتجة عن تصرف العامل.

تقنية تحليل المهمة تستخدم في الكثير من المجالات ضمن التحكم في الانتاج، التطبيقات العسكرية (kirwan& Ainsworth, 1992) وكذلك في مجال الطيران المدني في دراسات (Marshall & al,2003) كما انAnnett في سنة 2003 ذكرت ان تقنية(HTA) تستخدم في الكثير من التطبيقات المتعلقة بالعوامل البشرية مثل التدريب(Shepherd, 2002) والتصميم(Lim, 1994) وتحليل الأخطار والأخطاء(Baber& stanton, 1994) وتقييم مهارات الفريق(Annett& Jones, 2000).

1-1-إجراءات تطبيق تقنية التحليل الهرمي للمهمةHTA :

أ-الخطوة الأولى:

تحديد المهمة الخاصة بالتحليل وهي أول خطوة في بناء الهرم التحليلي للمهمة حيث يتم ما ينبغي تحليله من مهام أو أهداف.

ب-الخطوة الثانية:

وهي عملية جمع البيانات أو المعطيات حيث وبعد تحديد المهمة المطلوب تحليلها بوضوح، فانه يجب جمع بيانات خاصة متعلقة بالمهمة، المعطيات المتحصل عليها أثناء هذا الاجراء تستخدم لإظهار تطورHTA، يوجد العديد من طرق جمع البيانات نذكر منها الملاحظة، المقابلة، الاستبيان، في حالة تم الحصول على البيانات الكافية المتعلقة بالمهمة يبدأ تحليل المهمة.

ج-الخطوة الثالثة:

تحديد الهدف العام للمهمة حيث يجب ان يوضع في أعلى الهرم.

د-الخطوة الرابعة:

تحديد الأهداف الفرعية (الجزئية) للمهمة، حيث يتم تجزئة الهدف الرئيسي إلى أربعة أو خمسة أهداف فرعية مطلوبة التي جميعها تشكل الهدف العام للمهمة.

هـ-الخطوة الخامسة:

تجزئة الهدف الفرعي (الجزئي)، حيث يتم تجزئة الأهداف الفرعية المحددة في الخطوة السابقة إلى أهداف فرعية ثانوية ثم يتم تجزئة كل هدف من هذه الأهداف إلى أهداف فرعية

إلى غاية الوصول إلى قاعدة الهرم والمتكونة فقط من العمليات البسيطة، هذه العمليات هي إجراءات مفتعلة من طرف العامل.

و-الخطوة السادسة:

عندما تكون الأهداف موصوفة تماماً، نحتاج لإضافة المخططات والتي تبين كيف تنجز الأهداف. مثل: مخطط بسيط يقول: افعل العملية 1 ثم 2 ثم 3 أو العملية 1 و2.

1-2-مزايا تقنية التحليل الهرمي للمهمة:

-هي تقنية سهلة التعلم وسهلة الأداء.

-سريعة الاستخدام في كثير من الحالات.

-هي تقنية شاملة تغطي كل المهام الفرعية.

-تستخدم في العديد من المجالات الصناعية والعسكرية وغيرها.

-إجراء هذه التقنية يعطي للباحث نظرة واسعة للمهمة المطلوب تحليلها.

1-3-مساويء تقنية التحليل الهرمي للمهمة:

-يزود عموماً بمعلومات موصوفة بالأحرى من معلومات محللة أو مجزئة.

-لا يزود التحليل الهرمي بعناصر معرفية للمهمة.

-يمكن استهلاك الكثير من الوقت بالنسبة للمهام المعقدة والطويلة.

1-4-الصدق والثبات:

حسب Annett سنة 2003، فان الصدق والثبات لتقنية التحليل الهرمي للمهمة لا يمكن تقييمهما بسهولة، وحسب كل من ستنتن ويونغ (Stanton & Young, 1999) فانه بالمقارنة مع 12 تقنية لتحليل المهام، فان تقنية التحليل الهرمي للمهام حققت مستوى مقبول من الصدق، ومستوى ضعيف من الثبات.

2-تقنية (GOMS):

وهي اختصار للكلمات التالية: الأهداف(Goals)، مشغلات(Operators)، مناهج(Methods)، قواعد الاختيار (Selection Rules).

هذه التقنية هي جزء من عائلة تقنيات تحليل المهام الموجهة لواجهات انسان-كمبيوتر والتي تستعمل لتقديم وصف أداء الانسان من حيث الأهداف، المشغلات، المناهج، قواعد الاختيار، حيث تحاول هذه التقنية تحديد أهداف المستخدم لواجهة الكمبيوتر، ثم تُجزء هذه الأهداف إلى أهداف فرعية ومن ثم يتم شرح كيف تتم هذه الأهداف وتنجز بواسطة تفاعل المستخدم مع واجهة الكمبيوتر، هذه التقنية يمكن ان تُستعمل لإعطاء وصف لكيفية أداء المستخدم للمهمة، وكذلك للتنبؤ بزمن الأداء، التنبؤ بتعلم الانسان، بينما تقنية (GOMS) هي الأكثر شيوعاً لتقييم التصاميم الموجودة أو انظمة الكمبيوتر، وهي أيضاً ملائمة لتنوير عملية التصميم، خاصةً لتحديد تأثير التصميم على المستخدم.

يوجد ضمن عائلة تقنية GOMS أربع انواع من التقنيات وهي:

- NGOMSL
- KLM
- CMN-GOMS
- CPM-GOMS

تعتمد تقنية (GOMS) على افتراض ان تفاعل المستخدم مع واجهة الكمبيوتر يشبه حل المشكلات، المشكلات تُجزء إلى مشكلات فرعية، ثم بدورها هذه المشكلات الفرعية تُجزء إلى المزيد، أربع مكونات أساسية لتفاعل انسان-كمبيوتر ضمن تقنية (GOMS):

أ) -الأهداف (Goals):

تمثل بالضبط ما يريد المستخدم ان يحققه من خلال التفاعل، الأهداف تتجزأ إلى غاية الوصول إلى نقطة توقف معينة.

ب) -المشغلات (Operators):

تمثل المحرك أو الإجراءات المعرفية التي ينجزها المستخدم أثناء التفاعل، الأهداف تُنجز بواسطة أداء المشغلات.

ج) –المناهج (Methods):

المناهج تصف الإجراءات المتخذة لتحقيق الأهداف من حيث المشغلات والأهداف الفرعية، في الغالب هناك أكثر من طريقة أو منهجية متوفرة للمستخدم.

د) –قواعد الاختيار(Selection Rules):

عندما يكون هناك أكثر من طريقة لتحقيق الهدف العام، فان قواعد الاختيار تُسلط الضوء على أي من هذه الطرق او المناهج يجب ان تُستعمل.

2-1-خطوات تطبيق تقنية(GOMS):

أ)- الخطوة الأولى: تحديد أهداف المستوى الأعلى للمستخدم.

الباحث ينبغي عليه وصف أهداف المستوى الأعلى للمستخدم. اقترح (Kieras, 2003) ان أهداف المستوى الأعلى يجب ان تُوصف بمستوى عالٍ، هذا يؤكد انه لا يمكن ان تُهمل أي منهجية من التحليل.

ب)-الخطوة الثانية: تحليل الهدف.

بعدما يتم تحديد مجموعة الأهداف أو المستوى العالي للأهداف يبدأ الباحث في تجزئة كل هدف إلى أهداف فرعية، حسب (kieras, 2003) فان الباحث يجب ان يفترض دائماً ان أي هدف من أهداف المستوى الأعلى يُنجز بواسطة أداء مجموعة من الخطوات الصغيرة.

ج)-الخطوة الثالثة: وصف المُشغلات (Operators).

المشغلات هي إجراءات تُنفذ من طرف المستخدم لانجاز الأهداف العامة أو الأهداف الفرعية، يجب ان يُأخذ بعين الاعتبار كل هدف سواء كان عام أو فرعي، كل مشغل لمستوى عال يجب ان يُستبدل بهدف أو منهجية أخرى.

د)-الخطوة الرابعة: وصف المناهج (الطرق).

المناهج تصف الإجراءات أو مجموعة من الإجراءات المستعملة لتحقيق الهدف(kirwan and Ainsworth, 1992)، في هذه المرحلة يجب على الباحث ان يصف أي من الإجراءات يجب ان يستعملها المستخدم لانجاز المهمة، غالباً ما يتوفر عدد من الطرق المختلفة للمستخدم، ومنه المستخدم ينبغي عليه استخدام جميع الطرق الممكنة.

هـ)-الخطوة الخامسة: وصف قواعد الاختيار(Selection Rules).

إذا كان هناك أكثر من طريقة لتحقيق الهدف، فعلى الباحث ان يحدد قواعد اختيار الهدف، قواعد الاختيار تتنبأ أي من المناهج المتوفرة سوف يستعملها المستخدم لتحقيق الهدف.

2-2-مزايا تقنية (GOMS):

أ) -هذه التقنية يمكن ان تزود بوصف هرمي لنشاط المهمة.

ب) -المناهج في هذه التقنية تسمح للباحث بوصف عدد من الطرق المهمة المحتملة.

ج) -يمكن ان تساعد هذه التقنية المصممين بالاختيار بين الانظمة، حيث ان الأداء وزمن التعلم لهذه التقنية يمكن ان يكون محدود.

2-3-عيوب تقنية (GOMS):

أ) -هذه التقنية صعبة التطبيق، حيث ان هناك تقنيات تحليل أبسط منها.

ب) -تستهلك الكثير من الوقت.

ج) -تظهر بانها تخضع للتحليل الهرمي للمهمة، حيث انه تم تطويرها خصيصاً للاستعمال في التحليل الهرمي للمهمة.

د) -تتطلب مستوى عالٍ من التدريب والتطبيق.

هـ) -لا تتعامل هذه التقنية مع حدوث الخطأ.

و) -هذه التقنية تبقى بشكل واسع غير ثابتة خارج تحليل التفاعل انسان-كمبيوتر.

2-4-الصدق والثبات:

استعمال تقنية (GOMS) في التحليل الهرمي للمهمة تم التحقق من صدقها على نطاق واسع، حسب سالفندي(Salvendy, 1997)، وحسب بعض الباحثين ذكروا انه في مهمة تحرير نص، فان هذه التقنية تنبأت بمناهج المستخدم بنسبة 80 إلى90% من الوقت ، وكذلك بالنسبة للمشغلات بنسبة 80 إلى 90% من الوقت، صدق هذه التقنية خارج مجال تطبيقات تفاعل انسان–كمبيوتر محدود (Kard & al, 1983).

3-طريقة نموذج الهدف الفرعي(Sub-Goal template method (SGT:

حسب انات وآخرون(Annett & al, 1971) فان هذه الطريقة هي تطوير للتحليل الهرمي للمهمة والذي يستعمل لتحديد المعلومات المطلوبة لتصميم النظام أو البرنامج، صممت طريقة نموذج الهدف الفرعي مبدئياً كوسيلة لإعادة وصف مخرجات التحليل الهرمي للمهمة، ومن أجل تحديد المعلومات المطلوبة المتعلقة بالمهمة أو البرنامج قيد التحليل(Ormerod, 2000)، بالرغم من ان هذه التقنية صممت خصيصاً للاستعمالات في التحكم في العمليات الصناعية (Ormerod and Shephered, 2003) إلا انها يُمكن ان تستخدم في أي مجال، عناصر طريقة نموذج الهدف الفرعي المرتبطة بالمعلومات المطلوبة موضحة في الجدول رقم:(01)

الجدول رقم:(01) عناصر طريقة نموذج الهدف–الفرعي

الرمز	اللائحة	المعلومات المطلوبة
عناصر الإجراء		
A_1	تحضير المعدات	الإشارة على حالات التشغيل البديلة، وضع الحالات المطلوبة.
A_2	تنشيط أو تفعيل	التغذية الراجعة لمعرفة إذا كان الإجراء فعال.
A_3	الضبط	حالات التشغيل الممكنة.
A_4	التعطيل	التغذية الراجعة لمعرفة إذا كان الإجراء فعال.
عناصر الاتصال		
C_1	اقرأ	الإشارة إلى البند.
C_2	أكتب	موقع تسجيل للتخزين والاسترجاع.
C_3	انتظر التعليمات	وقت الانتظار المتوقع، نقطة الاتصال.
C_4	تلقي التعليمات	قناة المعلومات.
C_5	تعليمات أو إعطاء البيانات	التغذية الراجعة للاستلام.
C_6	تذكر	الحث على القيمة التي يوفرها المشغل.
C_7	استرجاع	موقع استرجاع المعلومات.

عناصر المراقبة		
M_1	المراقبة لكشف الانحراف	جدولة المواضيع ذات صلة بالمراقبة، معالم عادية للمقارنة.
M_2	المراقبة لتوقع التغير	جدولة المواضيع ذات صلة بالمراقبة، المستوى المتوقع.
M_3	مراقبة معدل التغير	جدولة المواضيع ذات صلة بالمراقبة، نموذج يمكن على أساسه ملاحظة ومقارنة المعالم.
M_4	تفقد الآلات والمعدات	الولوج إلى الأعراض، نماذج للمقارنة بين الاحتمالات الممكنة عند الحاجة.
عناصر اتخاذ القرار		
D_1	تشخيص المشاكل	معلومات لدعم استراتيجيات مُتدرب عليها.
D_2	تعديل الخطة	معلومات التخطيط من السيناريو النموذجي.
D_3	تحديد موقع الاحتواء	
D_4	تعديل الحكم	مؤشر الهدف، قيم التعديل.
عناصر الاستبدال		
E_1	ادخال من منفصل	تخطيط موقع الموضوع، مواصفات متقدمة، استرداد الاختيار.
E_2	إدخال من نطاق مستمر	مؤشر الاختيار، نوع التخطيط، مواصفات متقدمة، استرداد مجموعة.
E_3	استخلاص من مجموعة منفصلة	بناء المعلومات (مثل الحرجية، الوزن،)
E_4	استخلاص من مجموعة مستمرة	النطاق المتوفر ; بناء المعلومات
عناصر الابحار		
N_1	تحديد موقع مجموعة المعلومات المعطاة	إشارات الهيكل التنظيمي (وضع الشاشة، هرم قائمة الأوامر أو الفهرس، الموقع الحالي، مؤشر الاختيار
N_2	الانتقال الى موقع معين	إشارة لبدء بناء النموذج (مثل وضعية الشاشة، التسلسل الهرمي لقائمة الأوامر Menu، الفهرس)
N_3	تصفح مجموعة المعلومات	المعلومات (مثل الشاشة/التسلسل الهرمي لقائمة الأوامر، الأوامر) مجال المعلومات، اختيار النقاط، الموقع الحالي، الموقع المتعلق بالبدء، مؤشر الاختيار.

لكن الباحثان أورمرود و شيفرد(Ormerod and Shepherd, 2003) قدموا وضع مختلف لعناصر المهمة، كما هو موضح في الجدول رقم (02)

الجدول رقم (02): العناصر المهمة لنموذج الهدف الفرعي

SGT	عناصر المهمة	سياق تعين نموذج الهدف الفرعيSGT وعنصر المهمة	المعلومات المطلوبة
التشغيل		أداء كجزء من معالجة أو تعقب قرار متخذ حول تغيرات في النظام	نقاط العمل والأمر، الحالي، الحالات المستهدفة ، شروط مسبقة، النتائج، التبعات ، مؤشرات الاسترجاع
	A_1 تنشيط	ضبط معدل العملية للمحافظة على الوحدة، حالة تشغيل "on"	مرحلة المعالجة المؤقتة، مستوى تفعيل النتائج.
	A_2 الضبط	ضبط معدل العملية للمحافظة على الوحدة تشغيل "on"	معدل حالة التغيير
	A_3 التعطيل	جعل العمليات الفرعية غير مشغلة: تحويل من شاغل إلى طافئ on to off	وقف الوصف
التبديل		لتحقيق متطلبات التسجيل، وللحصول أو لنقل قيمة معالجة	دلالة على تبديل الموضوع، قناة المعلومات

	E_1 الإدخال	تسجيل قيمة في موقع خاص	مجموعة معلومات (مستمرة، منفصلة)
	E_2 استخلاص	الحصول على قيمة من معلم خاص.	موقع تسجيل للتخزين والاسترجاع، حث المستخدم.
الإبحار		نقل حالة إعلامية للتبادل، إجراء أو مراقبة	بناء حالة أو نظام، الموقع الحالي المرتبط.
	N_1 تحديد	إيجاد موقع القيمة المستهدفة أو التحكم.	المعلومة المستهدفة، انهاء موقع مرتبط بالبدء
	N_2 التحريك	الذهاب إلى الموقع المعين والبحث عنه.	الموقع المستهدف، واصف اتجاهي.
	N_3 استكشاف	التصفح بواسطة مجموعة قيم ومواقع.	أصناف الموضوع: السابق، الحالي، التالي.
المراقبة		من أجل ان يكون واع أو مدرك لحالات النظام ولتحديد ما يحتاجه للإبحار، التبديل، الاجراء.	المواضيع المتعلقة بالرصد، التسجيل عندما الإجراءات تُأخذ، الوقت المنقضي من الإجراء وحتى الوقت الحاضر.
	M_1المراقبة لكشف الانحراف	مقارنة روتينية لحالة النظام اتجاه حالة مستهدفة لتحديد ما يحتاجه الإجراء.	معالم عادية للمقارنة.
	M2الرصد لتوقع إشارة	مقارنة حالة نظام مستهدفة لتحديد الاستعداد لإجراء معروف	مستوى متوقع
	رصد التنقل	مقارنة روتينية لحالة تغير أثناء انتقال حالة	نموذج لمقارنة المعالم الملاحظة

3-1-خطوات إجراء طريقة نموذج الهدف الفرعي SGT

الخطوة 01 : تحديد المهمة قيد التحليل .

أول خطوة لنموذج الأهداف الفرعية (SGT) هي تحديد المهمة أو المهام التي ستعرض للتحليل.

الخطوة 02 : جمع البيانات الخاصة بالمهام قيد التحليل .

بعد تحديد المهام ، بيانات خاصة مرتبطة بالمهمة يتم جمعها متضمنة خطوات المهام، تسلسل المهام، التكنولوجيات المستخدمة، الأفراد المشاركين، انجاز الاتصالات.

الخطوة 03 : وضع تحليل هرمي للمهمة قيد الانجاز .

بعد الانتهاء من جمع البيانات يتم وضع تحليل هرمي للمهمة (Annett & al 1971) يستند إلى فكرة أن انجاز المهمة (ما يطلب من الفرد انجازه) والعمليات (النشاطات المنفذة لانجاز الأهداف) والمخططات (التسلسل في العمليات المنفذة)، التحليل الهرمي للمهمة يبدأ بتخصيص الهدف العام للمهمة.

الخطوة 04 : تخصيص نموذج الأهداف الفرعية (SGT) توضح في الجدول التالي رقم (03)

الترتيب الذي ينبغي القيام به خارج المهمة هو تخصيص تسلسل عناصر (SGT) الموضحة في الجدول التالي :

الجدول رقم (03): تسلسل عناصر طريقة نموذج الهدف الفرعي(SGT)

الرمز	اللائحة	تركيب الجملة
S1	ثابت Fixed	S1 ثم x
S2	الاختيار / التصادق	S2 إذا كانz xإذا لم يكن z ثم y
S3	موازٍ Parallel	S3ثم فعلx وyمع بعض
S4	حر free	S1 في أي أمر سواء xوy

يتم تخصيص كل عملية من المستوى السفلي للتحليل الهرمي (HTA) والتسلسل المناسب للعمليات يجب ان يستمد من المعلومات المطلوبة.

3-2-مزايا طريقة نموذج الهدف الفرعي :

- تقنية (SGT) يمكن ان تستخدم للتزويد بالمعلومات الكاملة المطلوبة الخاصة لمصممي البرامج.
- تقنية (SGT) تستند بشكل واسع على تقنية التحليل الهرمي للمهمة HTA .
- عندما يتم اغتنام المفاهيم الأولية ، التقنية يمكن تطبيقها بسهولة.

3-3-عيوب طريقة نموذج الهدف الفرعي :

- لا توجد بيانات أو معلومات أو دراسات متعلقة بصدق وثبات التقنية .
- الشرط الأولي هو التحليل الهرمي للمهمة أو النظام مما يخلق عمل إضافي للمحلل .
- أصناف أخرى لتقنية (SGT) تتطلب التطوير، حسب النظام قيد التحليل من إجراء التقنية.

4-التحليل الجدولي للمهمة (TTA) Tabular Task Analysis :

هو تقنية لوصف المهمة يمكن ان تقوم بتحليل مهمة خاصة أو سيناريو من ناحية خطوات المهمة المطلوبة والواجهة المستخدمة، التحليل الجدولي للمهمة يأخذ كل خطوة من المستوى السفلي للتحليل الهرمي للمهمة(HTA) ويقوم بتحليل مظاهر خاصة لخطوات المهمة، مثل : العروض والتحكمات المستخدمة، الأخطاء المحتملة، محددات الوقت، التغذية الراجعة، أثار

الحوادث ..الخ، هذا النوع منه التحليل يعتمد على طبيعة التحليل المطلوبة، على سبيل المثال اذا كان الغرض من التحليل الجدولي هو تقييم الأخطاء المحتملة للمهمة قيد التحليل فمن هنا الأعمدة المستعملة سوف تخصص للأخطاء ومسببتها وعواقبها .

4-1-خطوات تطبيق التحليل الجدولي لمهمة (TTA) :

- **الخطوة الأولى: تحديد المهام المطلوب تحليلها.**

أول خطوة للتحليل الجدولي للمهمة تتضمن تحديد المهام المطلوب تحليلها، الباحث يجب أن يحدد المهام التي تعرض لهذا النوع من التحليل.

- **الخطوة الثانية :**

جمع بيانات خاصة مرتبطة بالمهام المطلوب تحليلها، بعد تحليل المهام المطلوبة يبدأ الباحث في جمع البيانات من خلال خطوات كل مهمة من تسلسل المهام، التكنولوجيا المستخدمة، الأشخاص، الاتصالات الجارية، هناك العديد من الطرق لجمع البيانات مثل الملاحظة، المقابلة، الاستبيان، ينصح بالجمع بين الطرق لجمع البيانات.

- **الخطوة الثالثة :**

وضع تحليل هرمي للمهمة قيد التحليل، وصف أولي للمهمة يُنجز، وذلك من خلال التحليل الهرمي لكل مهمة، حيث يتم تحليل الهدف العام إلى أهداف فرعية ..الخ.

- **الخطوة الرابعة : تحويل التحليل الهرمي الى تحليل جدولي .**

هنا هذه الخطوة الباحث يضع التحليل الهرمي في شكل جدولي، كل خطوة من المستوى السفلي للمهمة يجب ان توضع في عمود مرتبة الى الأسفل وفي احدى جوانب الجدول كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (04): التحليل الجدولي للمهمة

رقم المهمة	وصف المهمة	الضوابط والعروض المستعملة	الاجراء المطلوب	التغذية-الراجعة Feedback	الأخطاء المحتملة
المهمة 01					

المهمة 02					
المهمة 03					
المهمة 04					

- **الخطوة الخامسة: اختيار نوع تقنية تحليل المهام:**

يجب على الباحث اختيار انواع خاصة ويدخلها ضمن التحليل الجدولي للمهمة اختيار الانواع التي تعتمد على طبيعة التحليل للبحث.

- **الخطوة السادسة:**

إكمال التحليل الجدولي للمهمة (TTA) بعد إختيار الأصناف فان الباحث يجب ان يُكمل أعمدة الجدول التحليلي لكل مهمة من التقنيات ويمكن ان تستخدم مثل : الملاحظة المعالجة.

4-2-مزايا التحليل الجدولي للمهمة :

أ- تقنية مرنة ، تسمح للعوامل المرتبطة بالمهمة للتقييم.

ب-هذا النوع من التحليل له إمكانية إعطاء تحليل شامل لمهمة معينة.

ج-طريقة عامة كما يمكن ان تستخدم في أي مجال .

د- يمكن ان يعطي وصف أكثر تفصيلا للمهام مقارنة مع تقنيات أخرى.

هـ- هذا التحليل يمكن تكييفه لتقييم المكونات المعرفية المرتبطة بالمهام (الأهداف و القرارات).

و- يحتمل ان يكون شامل للغاية إذا تم استخدام الأصناف الصحيحة.

4-3-عيوب التحليل الجدولي للمهمة(TTA):

أ- حيث ان التحليل الجدولي يجب ان يكون شامل لذلك فانه يستهلك وقت طويل لتطبيق التحليل.

ب-البيانات المتعلقة بالصدق والثبات لهذه التقنية غير متوفرة .

ج- التحليل الهرمي للمهام أو النظام يمكن ان يكون كافٍ في أغلب الحالات .

الخلاصة:

إن تقنيات تحليل المهام تعتبر من بين أهم الأدوات التي يحتاجها أخصائي الأرغونوميا في الكثير من مجالات هذا التخصص، ومن بينها دراسة نسق انسان–كمبيوتر، وبما ان موضوع البحث يرتبط بدراسة نسق انسان–كمبيوتر فان الباحث تطرق إلى أربع تقنيات مهمة في بحثه وهي التحليل الهرمي للمهمة وتقنية (GOMS)، وتقنية التحليل الجدولي وتقنية نموذج الهدف الفرعي.

الفصل الرابع

قياس الثقل الفكري

مقدمة:

عبء العمل أصبح موضوعاً مهم على نحو متزايد في مختلف المؤسسات، دراسة عبء العمل ليست حديثة حيث أنه تم مناقشته وبحثه منذ أن إرتبط الإنسان بالآلة، عندما تم التطرق إلى مفهوم عبء العمل لأول مرة، التركيز كان على عبء العمل العضلي (البدني)، اليوم العالم تغير فمعظم الأعمال العضلية تم تغييرها بالآلة التي تقوم برفع الأثقال وتحويلها وجرها إلى غير ذلك، حاضراً الدراسات التي تتطرق إلى عبء العمل تركز على أنواع أخرى من عبء العمل متضمنة مختلف العلوم مثل علم النفس الحركي، علم النفس الإدراكي والمعرفي (Wirewelle, 1993).

ولكن الشائع في عبء العمل هو العبء الذهني أو ما يسمى كذلك بالثقل الفكري، لكن لحد الأن لم يتوصل الباحثون إلى طريقة واضحة لقياس عبء العمل وذلك بسبب تعدد واختلاف تعاريف عبء العمل

1-تعريف الثقل الفكري:

لا يوجد تعريف واحد للثقل الفكري ولكن هناك بعض التعريفات نذكر منها:

1-"ونحن نميل إلى إعتبار أن الثقل الفكري مثل الآثار الناتجة عن النشاطات العقلية عن طريق الأعضاء التي تكون في إطار النشاط النفسي للفرد، الثقل الفكري هو في الأساس ذات صلة بحالات القلق"(Lucas, 1980) .

2-" هو بناء متعدد الأبعاد الذي يمكن تفسيره إلى حد كبير بثلاث عوامل: الثقل ذات صلة بالوقت، الثقل ذات صلة بالجهد العقلي، الثقل ذات صلة بالقلق النفسي".(Reed &Nygren,1988)

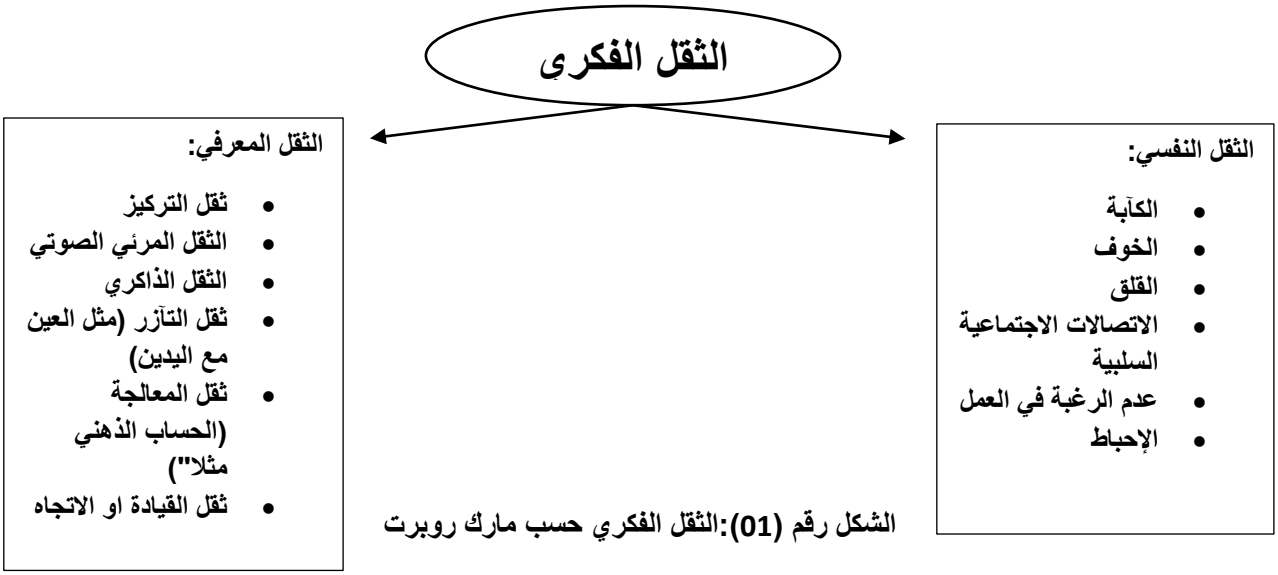
3-" هو بناء افتراضي يمثل قيمة إنجاز الإنسان لمهمة ما بعدة مستويات من الأداء". (Sandra & Hart, 1988)

4-" ولذا فأننا نقترح أن ينظر إلى الثقل الفكري على أن له صلة بإنجاز مهمة معينة مثل مستوى الجهد الفكري (كمية المصادر) المطلوبة لإنجاز المهمة من طرف الفرد" (Tricot & Chanquoy, 1996)

5-" الثقل الفكري هو بناء افتراضي يصف مدى المصادر المطلوبة لأداء مهمة يقوم بها المعالج (Gopher, 1986)

6-" الثقل الفكري مرتبط بقيمة الإنتباه المطلوب لاتخاذ القرار (Verwey, 2000)

وحسب مارك روبرت وجيم فإن الثقل الفكري ينقسم إلى قسمين كما هو موضح في الشكل رقم "01"، حيث أن الثقل الفكري ينقسم إلى ثقل نفسي وثقل معرفي.



الشكل رقم (01):الثقل الفكري حسب مارك روبرت

2-مفاهيم متعلقة بالثقل الفكري:

- المهام المطلوب إنجازها.
- نشاطات العمل وأنواع عمليات العمل.
- قيود العمل.
- القدرات المعرفية.
- الموارد العقلية.
- الجهد الذهني.
- الجانب المعرفي.
- عبء الإنتباه.
- الضغط النفسي.
- الأداء.
- الجوانب العاطفية والوجدانية.

3-معايير قياس الثقل الفكري:

يستخدم لقياس الثقل الفكري عدة قياسات مختلفة منها القياسات الفيزيولوجية والتقديرات الذاتية وقياسات الأداء (الأداء في المهمة الأولية والأداء في المهمة الثانوية)، ومن أجل الفهم المفيد لفاعلية قياس الثقل الفكري يجب أولا معرفة مختلف معايير القياس، حيث صنف الباحثون ستة معايير وهي:

3-1-الصدق:

يهتم صدق الأداة بالإجابة على السؤال التالي: هل الأداة تقيس ما وضعت لقياسه؟. فالأدوات مثل الاختبارات والاستبيانات في العلوم النفسية والتربوية ليست مثل مقياس الحرارة مثلاً أو مقياس المسافات من حيث الدقة والثبات. ولذلك فإن صدقها نسبي غير محسوم ويجري اختباره بصفة مستمرة ويمكن أن تبرز مقاييس متطورة أخرى لتأخذ مكان سابقاتها، ومن خلال الأعمال التي تناولت هذا الموضوع نجد قائمة من أنواع الصدق نذكر منها صدق المضمون، الصدق التنبؤي، الصدق التلازمي، الصدق الداخلي، صدق الواجهة (الظاهري)، الصدق التوافقي، الصدق العاملي.

على العموم: يُستعمل معامل ارتباط بيرسون لإيجاد الارتباط بين حاصل الثقل الفكري وقياسات الأداء وذلك لأجل إيجاد الصدق التوافقي، إذا كان الارتباط مرتفع فهذا يدل على عدة افتراضات وهي أن الصدق مرتفع أو هناك حالة علاقة تأثير.

3-2-الثبات:

يقصد بالثبات قدرة الأداة على تقدير السلوك بشكل لا يتغير بتغيير الظروف والزمن، والمقياس الثابت هو الذي ينتج قيماً متساوية إذا ما تكرر إجرائه عدة مرات، نقول أن المقياس ثابتاً إذا كانت نتائجه مستقرة بتكرار تطبيقاته عبر الزمن، فإذا قمنا بقياس طول كتاب ووجدناه 30 سم فمعنى ثبات أداة القياس أنه في كل مرة نقيس الكتاب ينبغي أن نجد نفس الطول عملياً هذا ممكن بالنسبة لكثير من القياسات الفيزيقية والطبيعية، لكن بالنسبة للعلوم السلوكية فهذا الأمر يكون نسبياً بمعنى أنه يوجد تباين في درجات المقاييس النفسية، وهذا يعني أيضاً درجة القياس هي محصلة للنتيجة الحقيقية مضافة إليها الخطأ، فالباحث هنا مطالب ببذل جهد أكبر في اختياره لأدوات القياس ودراستها والتأكد من صلاحيتها، وكي يصل إلى درجة من الثقة يتم فيها قبول الأداة ينبغي أن يستعين ببعض التقنيات والأساليب الإحصائية المرتبطة بقياس معامل الثبات مثل : طريقة إعادة الاختبار، ثبات الصورة المكافئة، الثبات الداخلي، طريقة التجزئة النصفية، طريقة كيودر و رتشارسون، التحليل العاملي.

3-3-الحساسية:

هي قابلية القياس لكشف التغيرات في صعوبة المهمة، إذا كان هناك مستويان للصعوبة نستخدم اختبار (T-test)، لإيجاد دلالة الإختلاف بين المستويان، إذا كان هناك أكثر من مستويان للصعوبة نستخدم اختبار (Anova) وكذلك (Post-hoc) لمقارنة المتوسطات الحسابية، قياس الثقل الفكري بحساسية كبيرة يجب أن يكون قادر على عرض دلالة الفرق بين مختلف مستويات الصعوبة (حساسية مختلفة).

3-4-الإنتقائية:

هي قدرة المؤشر ليكون حساس فقط من الاختلافات في المتطلبات العقلية وليس في متغيرات أو متطلبات أخرى مثل عبء العمل العضلي، أو الأحاسيس مثل القلق، إذا كان هناك دلالة فرق بين قيم قياس عبء العمل فهذا يدل على ضعف الإنتقائية.

3-5-المعيار التشخيصي:

هو القدرة على التمييز بين قيمة عبء العمل المفترضة من مختلف المصادر أو قدرة الشخص (Rubio & al, 2004) يستعمل تحليل التباين التدريجي لإيجاد تشخيص مناهج قياس عبء العمل.

3-6-**معيار التداخل:**

وهو عندما يكون القياس يتداخل مع أداء المهمة الأولية لأجل معرفة إذا كان القياس اقتحامي، أداء المهمة الأولية فقط يقارن بين أداء دلالة الفرق بين الأداء للحالتين يشير إلى القياس اقتحامي (التداخلي).

4-قياسات الثقل الفكري:

منذ زمن ارتباط الإنسان بالآلة والباحثون يسعون إلى تحديد الجهد المبذول من طرف العامل سواء كان جهد عضلي أو عقلي وذلك بإيجاد طرق لقياس عبء العمل أو ثقل العمل، وبما أن العمل تطور كثيراً وبفضل تطور الآلات التي أصبحت تقوم بأعمال كانت تعتبر شاقة للإنسان مثل حمل الأثقال والجر وغيرها، أصبحت معظم الأعمال في عصرنا تتطلب جهد ذهني ورغم ذلك فان الإنسان لا يزال يشعر بالتعب أثناء أداءه لعمل يتطلب جهدا عقلياً نتيجة التركيز لفترة طويلة ولكثرة العمليات العقلية، ولذا يسعى الباحثون لمعرفة مصادر هذا التعب أو ما يسمى بالثقل الفكري أو بتسمية أخرى العبء الذهني كما يسعون لإيجاد طريقة محكمة لقياس الثقل الفكري، ونظراً لعدم وجود تعريف محدد للثقل الفكري فإنه لا توجد طريقة واحدة لقياس الثقل الفكري حيث صنف الباحثون ثلاث أصناف من القياسات وهي:

- القياسات الفيزيولوجية
- التقدير الذاتي للثقل الفكري
- قياس الأداء للمهمة الأولية والمهمة الثانوية

4-1-القياسات الفيزيولوجية:

يركز هذا النوع من القياسات على مفهوم أن " **المتطلبات العقلية المتزايدة تؤدي إلى زيادة استجابات بعض أعضاء الجسم مثل القلب والرئة والمخ**" (Moray, 1979).

القياس الفيزيولوجي للثقل الفكري يختص مبدئياً باستمرار قياس الاستجابات الفيزيولوجية للجسم، ومن بين هذه القياسات: قياسات نشاطات القلب، قياسات النشاط التنفسي، قياسات نشاطات المخ، قياس الكلام، قياس نشاطات أو حركات العين.

كما يعتبر هذا النوع من القياسات أكثر دقة لأنه يتطلب استجابات مباشرة من جسم الإنسان (Dewaard, 1996)، ولكن هناك إنتقادات كثيرة لهذا النوع من القياس من طرف الكثير من الباحثين وذلك لأن جسم الإنسان يستجيب كذلك لزيادة الجهد العضلي للجسم عندما يزداد العمل الفكري صعوبة، يقترن بزيادة عبء العمل العضلي والنتائج يمكن أن تكون منحرفة، أي أن

القياسات الفيزيولوجية للثقل الفكري يجب أن تكون مطبقة فردياً ومعزولة عن الظروف والعوامل المؤثرة الأخرى المسببة للاستجابات المراد قياسها، أهم القياسات الفيزيولوجية هي:

4-1-1-قياس النشاطات القلبية:

معظم القياسات الفيزيولوجية العامة لثقل العمل تركز على الرصد القلبي، القياسات القلبية غالباً ما تكون مستعملة لأنها سهلة التقييم وتعتبر مؤشرات موثوقة إلى حد ما لعبء العمل، كما أن القياسات القلبية يمكن أن تستعمل في بيئات حقيقية من غير إستعمالها في المخابر (wilson,1992). ومن بين هذه القياسات نجد:

4-1-2-قياس معدل نبضات القلب:

يعتبر هذا القياس أكثر شيوعاً وموثوقاً لقياس ثقل العمل، معدل نبضات القلب مقياس دقيق لأن الإشارات يمكن أن تقاس في شكل ضربات، عموماً، عند ارتفاع عبء العمل يرتفع معدل نبضات القلب (Costa, 1993)، ولكن ليس كل الدراسات تتوافق مع هذا الاكتشاف، فهناك الكثير من الدراسات التي تنتقد استعمال هذا القياس لأن المتغيرات الفيزيولوجية والبيئية والعوامل العاطفية يمكن أن تؤثر في معدل نبضات القلب عند دراسة القياسات المختلفة للثقل الفكري(Joma &Roscoe, 1992)، على سبيل المثال الشعور بالشك أو القلق ممكن أن يؤثر بشكل ملحوظ في معدل ببضات القلب (Joma, 1993).

معدل نبضات القلب لا يقيس مستويات مطلقة لثقل العمل، فقط يقيس المستويات النسبية (Roscoe & al, 1993) كما أن قياس معدل نبضات القلب ليس اقتحامي وهو حساس للتغيرات في ثقل العمل (Wierwille ,1993)، عند إستعمال أداة قياس معدل نبضات القلب فمن الضروري قياس خط الأساس لمعدل نبضات القلب للمقارنة بين مختلف المتغيرات (Roscoe, 1992)، بينما في تحليل البيانات لمعدل نبضات القلب فمن الأهم تحديد قيمة ثقل العمل العضلي جنباً إلى جنب مع الثقل الفكري لأن ارتفاع الجهد العضلي يؤدي إلى ارتفاع في معدل نبضات القلب(Joma,1993).

4-1-3-تغيرات معدل نبضات القلب:

قياس قلبي آخر لثقل العمل وهو تغيرات معدل نبضات القلب(HRV) وهو قياس فترات بين نبضات القلب مع مرور الوقت، لكن الكثير من الدراسات تركز على استعمال هذا القياس لقياس ثقل العمل، وهذا القياس ليس مقبول على نحو واسع كأداة لقياس الثقل الفكري لكن بعض الدراسات وجدت ثلاث نطاقات للترددات المختلفة مفيدة للقياس تغيرات نبضات القلب، (Joma,1992)، آخرون ذكروا أن هناك أكثر من 26 قياس مختلف متوفر (wilson,1995) عندما الطيف ينقسم إلى ثلاثة أجزاء:

- نطاق منخفض مرتبط بتعديل حرارة الجسم من 0.02 H_2 إلى 0.06 H_2 .
- نطاق متوسط مرتبط بتعديل ضغط الدم من 0.07 H_2 إلى 0.14 H_2.
- نطاق مرتفع مرتبط بالتنفس من 10 H_2 إلى 50 H_2.

لا توجد منهجية واحدة مقبولة لقياس التغير في (HRV) ولكن المنهجية المناسبة والأكثر شيوعاً هي حساب الإنحراف المعياري أو التباين الفاصل بين نبضات القلب مع مرور الوقت أو عدد معين للنبضات (Roscoe, 1992)، وبالعكس وجد أن معدل الترددات ليس مفيد بسبب مشاكل الدقة، هذا الاختلاف في الرأي يمكن أن يؤدي إلى بعض التناقضات في فائدة الحكم على قياس (HRV)، بعض الباحثين وجدوا أن إرتفاع الثقل الفكري يؤدي إلى إنخفاض في تغيير معدل نبضات القلب(Joma & Wilson, 1993)، في حين آخرون وجدوا أن ارتفاع الثقل الفكري لا يؤدي إلى انخفاض في (HRV)، سبب الانخفاض يمكن أن يكون عضلي أو نشاط تنفسي كما أن الكلام ووضعية الجسم واللياقة البدنية أو السن يمكن أن يؤثروا في (HRV) (Joma, 1992).

4-1-4-ضغط الدم:

قياس ضغط الدم(BP) هو في العادة قياس ثانوي لثقل العمل، لا توجد دراسات كثيرة تستعمل قياس ضغط الدم لتحديد ثقل العمل وهو ليس قياساً شائعاً لأنه قياس دخيل (إقتحامي) أكثر من قياس معدل نبضات القلب أو التغيير في معدل نبضات القلب، بواسطة ضغط الدم وُجد أن زيادته تزيد في ثقل العمل. (Gaillard & Veltman, 1996)

4-2-قياس النشاطات التنفسية:

التنفس هو عملية فيزيولوجية أولية مرتبطة بتبادل الأكسجين وثاني أكسيد الكربون بين أنسجة الجسم والجو الخارجي للجسم(Roscoe, 1992)، هناك العديد من الطرق المستعملة لقياس التنفس من أجل كشف ثقل العمل، البعض يمكن أن تستعمل في خصائص العالم حقيقي (خارج المخبر)، في حين طرق أخرى فقط يمكن أن تقاس في خصائص مخبرية، النوع الأكثر شيوعاً لقياس التنفس هو قياس معدل التنفس، أما القياسات الأخرى تتضمن رصد حجم الهواء الداخل والخارج من الرئتين وقياس قيمة ثاني أكسيد الكربون المطروح في الهواء(Roscoe, 1992) .

4-2-1-قياس معدل التنفس:

تقريباً معظم البحوث توصلت إلى استعمال معدل التنفس لتحديد ثقل العمل، معدل التنفس يقيس عدد الأنفاس في مدة زمنية معينة، قياس معدل التنفس سهل جدا ومؤشر غير اقتحامي للجهد العقلي، القياس يمكن أن يتم في مكان حقيقي أو بيئة متحكمة (خارج المخبر)، ومن المتفق عليه عموما هو أن ارتفاع معدل التنفس يكون بدلالة ارتفاع ثقل العمل (Fournier & Al, 1996). التنفس يعتبر حساس للتغيرات في ثقل العمل، معدل التنفس كذلك يُستعمل على نطاق واسع كمؤشر للحالات النفسية مثل القلق والإثارة والثقل الفكري(Roscoe, 1992)، كما أن ارتفاع الثقل الفكري يؤدي أحياناً إلى ارتفاع ثقل العمل العضلي وبالتالي يؤثر على نتائج قياس معدل التنفس (Joma, 1993).

4-3-قياس نشاطات العين:

العديد من القياسات تستخدم التغيرات الفيزيولوجية للعين لتحديد الثقل الذهني والإدراكي، حيث أن العين مرتبطة في المقام الأول بالثقل الإدراكي، وقد تبين أن بعض القياسات قادرة على التنبؤ بدقة للثقل الفكري في الكثير من المهام(Van Orden, 1999) ، القياسات الرئيسية المرتبطة بالعين هي النشاط الأفقي للعين أي الحركات الأفقية (HEM) ، معدل الوميض، الفاصل الزمني للإغلاق، قياسات أخرى تتضمن: تثبيت العين، قطر بؤبؤ العين، يوجد كذلك قياس نشاط العقل المرتبط بالنشاط البصري(Electrooculogram) .

4-3-1-معدل وميض العين والفاصل الزمني للإغلاق:

معدل وميض العين هو عدد إغلاقات العين في مدة معينة، الفاصل الزمني للإغلاق (مدة الوميض) هو الوقت المستغرق للومضة(East, 2000) حيث أن قياس معدل وميض العين سهل، وهي عموماً مقبولة وكذلك عدد ومضات العين يعتبر قياس جيد للثقل البصري، ومضات العين ومدة الومضة تنخفض بارتفاع الثقل البصري(Brooking & al, 1996) .

معظم البحوث المطبقة على الطيارين والسائقين أين كان من الصعب الفصل بين الثقل البصري والثقل الذهني (الفكري)، بعض البحوث فصلت بين الثقل البصري والثقل الفكري لتحديد ومضات العين لتحديد الثقل البصري(Van Orden, 1999) ومدة وميض العين لتقدير بعض مظاهر الثقل الفكري(Sirevaag & Al, 1993) ، بينما دراسات أخرى وجدت أن ومضات العين هي فقط قياس جيد للثقل البصري (Brooking & al, 1996)، كما أن تغيرات البيئة يمكن أيضاً أن تؤثر في ومضات العين ومدة الوميض عندما تكون هناك تغيرات في الإضاءة ونوعية الهواء (Dewaard, 1996).

4-3-2-قياس حركة العين الأفقية (H E M):

وتتضمن مسح حركات العين بواسطة جهاز لجمع المعلومات حول حركات العين(EyeTracker) وهو عبارة عن نظارات مرتبطة بجهاز كمبيوتر تتبع حركات العين (Wilson & Hankins, 1998). مثال في السيارة (HEM) يقيس لمحات (نظرات الخاطفة) على عداد السرعة وعلى المرآة الجانبية ومرآة الرؤية الخلفية، هذا القياس وُجد أنه مؤشر جيد للثقل البصري والثقل الفكري.

4-3-3-قطر بؤبؤ العين:

يمكن أن تكون طريقة جيدة لقياس الثقل الفكري، حيث أنها تقيس قيمة الوقت المستغرق لنظر العين لموضوع أو شيء ما، تثبيت العين مرتبط بقياس الأداء (Dewaard, 1996).

4-4-قياس نشاطات الدماغ:

جميع أدوات القياس الفيزيولوجية السابقة لقياس ثقل العمل تعتبر أدوات قياس غير مباشرة لجمع المعلومات وكل النشاطات المذكورة مثل نشاطات القلب والتنفس والعين مرتبطة بالإشارة المُرسلة من طرف الدماغ، الدماغ مسؤول عن معالجة المعلومات، أخذ القرارات، ويبادر بالأفعال

على البيئية الخارجية(Brooking & Al, 1996) ومن المتفق عليه عموماً هو أن القياس الدقيق للثقل الفكري يأتي مباشرة من قياس نشاط الدماغ، "ميزة استعمال نشاط ذات صلة بالدماغ لاستنتاج ثقل العمل هو أنه يدعم قرار مؤقت جيد للنشاط المعرفي"(Fournier & al,1999)، بعض الفوائد الأخرى لقياس نشاط الدماغ هي أنها متوفرة باستمرار ولا تتعارض مع المهمة(Gevins & al, 1995).

بالرغم أن قياس نشاط الدماغ لا يتعارض مباشرة مع المهمة، جمع المعلومات يكون متشتت واقتحامي، المشكل الكبير في قياس نشاطات الدماغ هو الأدوات أو الأجهزة الخاصة المطلوبة لهذا القياس، كما أن هذه الأجهزة تتطلب تدريب خاص لإجراء وترجمة المعلومات، النوع الأكثر شيوعاً هو استعمال موجات الدماغ لدراسات الثقل الفكري بواسطة ما يسمى بـ: Electrooculogram(EOG).

4-4-1-القياس بواسطة تسجيل النشاط الكهربائي لفروة الرأس Electroencephalogram(EEG) :

هو إلى حد بعيد الدراسة الشائعة والشكل المقبول لقياس الثقل الفكري باستعمال نشاط الدماغ، ويعرفه الباحث دووارد (Dewaard, 1996) "على أنه تسجيل نشاط كهربائي ناتج عن فروة الرأس"، إشارات (EEG) عموماً تُصنف ضمن أربع نطاقات :

- أكبر من 4 هرتز (موجات دلتا)
- من 4 هرتز إلى 8 هرتز (موجات ثيتا)
- من 8 هرتز إلى 13 هرتز (موجات ألفا)
- أكبر من 13 هرتز (موجات بيتا)

كما أن الباحث أيست (East, 2000) أضاف نطاق آخر من 31 هرتز إلى 42 هرتز (موجات الترا)، عندما تكون زيادة في الثقل الفكري، (EEG) يكشف لنا أن موجات ألفا تختفي وتعوض بموجات بيتا (Sabbatini, 1997)، على العموم عندما يزداد الثقل الفكري موجات ثيتا ترتفع وموجات ألفا تنخفض(Hankins & Wilson, 1998) موجات بيتا مرتبطة مع تغيرات التعقد، موجات دلتا وألفا تتأثر اختلافا بالتعقد وحجم التغير حيث أن الباحثون (Brookings & al, 1996) وجدوا أن قياسات (EEG) مهمة لإيجاد وتقييم المساهمات النسبية لمتغيرات ثقل العمل التي لم تكتشف بمؤشرات أخرى، الحركات العضلية ممكن أن تسبب مشاكل في تحليل (EEG)، مشكل

آخر في استخدام (EEG) كقياس وهو التداخل، وقيمة الإنجاز أو التطبيق، بالرغم من أن (EEG) هو متنبأ جيد للثقل الفكري لكن معظم الدراسات تستعمل (EEG) لقياس حالة السائقين فقط.

4-4-2-القياس بواسطة Electrooculogram(EOG):

أستعمل هذا القياس في بدايته لقياس حركات رمش العين (Galley, 1993) ، هذا النوع من القياس هو شكل أخر من قياس معدل طرفة العين و فاصل إغلاق العين، لا توجد دراسات كثيرة في الحاضر تدل على فوائد استعمال (EOG) لقياس الثقل الفكري، هذا ربما يرجع إلى تداخل القياس، قام الباحث (Galley, 1993) بقياس سرعة حركات رمش العين لإيجاد ثقل العمل ، هذا النوع من القياس يبدو مؤشر جيد للثقل البصري، لكن لا توجد دراسات كثيرة لتحديد ما إذا كانت نتائج (EOG) تتوافق مع أنواع أخرى من قياسات الثقل البصري مثل معدل ومضات العين، هذا القياس(EOG) هو قياس اقتحامي ومكلف.

4-5-قياسات فيزيولوجية أخرى:

هناك قياسات فيزيولوجية أخرى لمختلف أنواع ثقل العمل التي يمكن أن تكون جديدة أو دراسات غير واسعة الإنتشار. هذه القياسات يمكن أن يكون لها نفس إمكانية قياس الثقل الفكري في حالات السابقة، هناك العديد من القياسات المعقدة التي تقيس مختلف المخرجات من طرف الجسم التي يمكن أن تكون صعبة الاستعمال في الإعداد العملي، فهي تميل إلى أن تكون مفيدة لكن متداخلة للغاية، تتطلب آلات مكلفة أو اختبارات مكلفة. يوجد العديد من قياسات نشاط الدماغ التي لم تُدرس على نطاق واسع، هذه القياسات قد تعطي بعض الآمال في مجال قياس ثقل العمل، استعمال(Electromyogram(EMG هو جديد لكنه يعد بقياس الثقل الفكري، قياس EMG يقيس مهمة ذات صلة بالعضلات الوجهية التي ليست مطلوبة في الأداء الحركي للمهمة (Dewaard,1996) مختلف العضلات الوجهية وُجد أنها حساسة لتغيرات الثقل الفكري، الباحث دوارد (Dewaard) حدد عضلات الجبهة والمغضن لدراسة قياس الثقل الفكري، نشاط فيزيولوجي آخر و هو (Electocardiogram(ECG له علاقة بالقياسات القلبية خصوصاً معدل تغيير نبضات القلب (HRV)، حالة محتملة ذات صلة(Event Related Potentials(ERPs مرتبطة بتذبذب في ECG، تأثيرات ارتفاع الثقل الفكري علىً ERPs لم توثق جيداً، لكن وُجد أن ميزة ERPsهي" تشخيص مرتفع لمعالجة الإدراك المعرفي، وعد الحساسية لعوامل الإستجابة"(DeWaard, 1996).

التغيرات الأخرى التي تؤدي إلى تغيرات فيزيولوجية في أجزاء من جسم الإنسان أكثر من الدماغ يمكن أن تكون بعض الإمكانات لقياس الثقل الفكري وهي نشاط الكهرو جلدي Electrodermal (EDA) حيث يقيس التغيرات الكهربائية في الجلد(DeWaard, 1996) حيث أن ارتفاع ثقل العمل يؤدي إلى ارتفاع النشاط الكهرو جلدي(EDA). هذا القياس ليس جد انتقائي لأنه يوجد الكثير من العوامل المؤثرة في النشاط الجلدي مثل التغير في مستويات الهرمونات له علاقة قوية بحالات القلق (East, 2000) ، مستويات الهرمون هي عادة تستعمل على المدى الطويل في دراسات ثقل العمل(DeWaard, 1996)، تثبيت الكسر Fixation Fraction(FF) يتعامل مع مدة تثبيت العين(Wierwille, 1985).

خلاصة:

القياسات الفيزيولوجية هي جيدة للمراقبة المستمرة لمستويات الثقل الفكري، القليل من القياسات الفيزيولوجية لها إمكانية الاستعمال في محاكاة القيادة أو في البيئة الحقيقية، أفضل طريقة لقياس الثقل البصري هي استعمال معدل وميض العين، قياس نشاط الدماغ باستعمال آلة (EEG) هذه القياسات مفيدة لكنها صعبة الاستعمال في وضعيات عالم حقيقي، الحدث الأهم في القياس القلبي هو معدل نبضات القلب، لأن كلاهما غير دخيل وحساس لتغيرات ثقل العمل، هناك معلومات متناقضة لفوائد قياس النشاطات القلبية مثل معدل نبضات القلب، معدل تغيرات نبضات القلب وضغط الدم. القياسات القلبية لمعدل نبضات القلب وضغط الدم يمكن أن تكون مرتبطة بالتغيرات العضلية أو العاطفية، إذن هذا يحتاج لأخذ بعين الاعتبار عند استعمال هذه القياسات، يمكن أن يكون مفيد في دراسات من ناحية أخرى مثل قياسات جديدة كقطر بؤبؤ العين، أو الحركة الأفقية للعين لتحديد أيهم أفضل مؤشر للثقل الفكري فضلاً عن الثقل البصري.

5-التقديرات الذاتية:

التقديرات الذاتية تعكس قيمة المعلومات المستخدمة في الذاكرة العاملة (Yeh & Wickens, 1988)، طرق بسيطة لكن واقعية لقياس عبء العمل الذي يشعر به الفرد، رغم أن القياسات الفيزيولوجية لعبء العمل يمكن أن تكون أكثر دقة، التقديرات الذاتية هي أكثر تطبيقاً، التقديرات الذاتية ثابتة مع مختلف الأفراد بمختلف قدراتهم، لأن التقديرات الذاتية تأخذ بعين الاعتبار الفروق الفردية في القدرة وفي السلوك، على الرغم من أن القياسات الموضوعية والذاتية لعبء العمل مختلفان كثيراً إلا أنه يظهر أن التقديرات الذاتية ترتبط بالقياسات الفيزيولوجية لعبء العمل مثل معدل نبضات القلب(Tattersall & Foord, 1996).

عند تحديد ما لنوع قياس عبء العمل المستعمل، إثنان من الشواغل الرئيسية وهي: تسهيل الإستعمال و التأثير على الأداء، التقديرات الذاتية تعتبر أسهل طريقة لتقييم عبء العمل(Yeh & Wickens, 1988).

حسب كثير من الدراسات وُجد أن التقديرات الذاتية تعتبر مؤشرات دقيقة لعبء العمل، كما تضاعف عدد الدراسات التي وجدت أن التقديرات الذاتية تعتبر مؤشرات مباشرة لعب العمل أكثر من القياسات الفيزيولوجية، كما أنها تعتبر أقل تداخلاً، وأكثر ثباتاً، أكثر ملائمةً، وأقل إستهلاكاً للوقت وأقل تكلفة لتقييم عبء العمل(Yeh & Wickens, 1988).

عيب واحد في التقديرات الذاتية وهو أنها لا تدعم شكل مستمر للقياس، القياسات يمكن أن تُجرى أثناء المهمة، هذه القياسات لا يجب أن تؤثر في الأداء إذا اتخذت في الوقت المناسب، لكن يمكن أن تتداخل مع أداء المهمة الأولية إذا اتخذت في الوقت الخطأ.

التقديرات الذاتية تنقسم إلى نوعين وهي:

أ-سلاليم التقديرات الذاتية ذات بُعد واحد: تعتبر أبسط للاستعمال لأنه لا يوجد تقنيات تحليل معقدة، لكن فقط يوجد بُعد واحد، على العموم، التقديرات ذات بعد واحد تُعتبر أكثر حساسية من التقديرات متعددة الأبعاد.(DeWaard, 1996) .

ب-التقديرات الذاتية متعددة الأبعاد: تعتبر تقديرات أكثر تعقيداً وأكثر استهلاكا للوقت حيث تتكون من ثلاث إلى أكثر من ستة أبعاد، إلا أنها تعتبر أكثر تشخيصاً لعبء العمل(DeWaard, 1996).

ويمكن التطرق أكثر إلى هذه الأنواع.

5-1-السلاليم ذات بعد واحد:

هذا النوع من السلاليم لم يُعطى أهمية كبيرة في البحوث الماضية، وغالباً ما تعتبر بسيطة جداً لقياس تعقيد عبء العمل، وعلى زيادة التحليل، سلم أحادي البعد يُعطى بعض الصدق.

من بين هذه السلاليم نجد أهمها:

5-1-1-سلم كوبر و هارير(Modified Cooper-Harper Scale):

يستعمل هذا السلم شجرة القرار لاستنباط عامل الثقل الفكري وهو سلم تحصيلي تم تطويره كأداة لقياس قيادة الطائرات، أستعمل هذا المقياس للوصول إلى تقديرات ذاتية للطيارين لقيادة التحكم في الطائرة، نتائج السلم تعتمد على قدرة التحكم في الطائرة وكذلك البيانات المطلوبة للطيار من أجل الحفاظ على السيطرة المناسبة، كما أن هذا السلم يعتمد على فرضية أنه يوجد علاقة بين مستوى صعوبة التحكم في الطائرة وعبء عمل الطيار، وهذا السلم أو المقياس يتضح كما هو مبين في الشكل رقم (03).

5-1-2- خطوات استعمال سلم كوبر-هارير(MCH):

الخطوة 01: تحديد المهام

أول خطوة لتطبيق هذا السلم هي تحديد المهام المفترض دراستها وتحليلها، لتحليل جميع المهام يتطلب وقت طويل وعمل شاق ولذلك من الأحسن استخدام تحليل نموذجي للمهام قدر الإمكان.

الخطوة 02: التحليل الهرمي للمهام

إجراء تحليل هرمي للمهمة قيد الدراسة، حينما يتم تحديد المهام قيد التحليل بوضوح يتم إجراء تحليل هرمي لكل مهمة من المهام وهذا يسمح للمحلل وأفراد العينة بفهم المهام كلياً.

الخطوة 03: تحديد العينة.

حينما يتم ووصف المهام بوضوح، من الأفضل اختيار عينة البحث التي تشارك في العملية حيث يتم اختيار عينة البحث بطريقة التي يريدها الباحث.

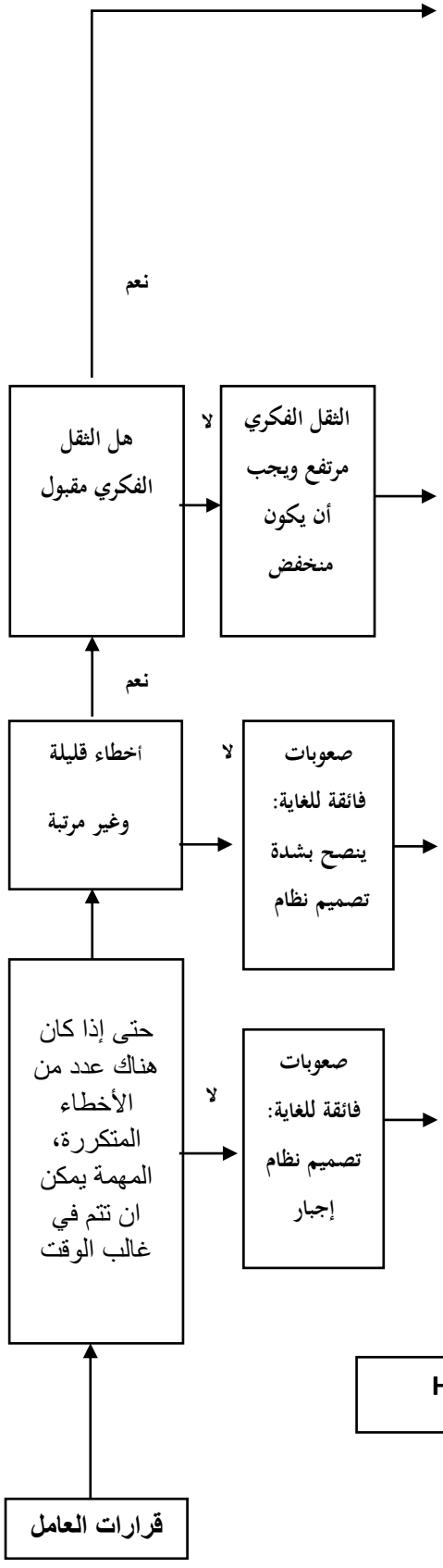
الخطوة 04: إطلاع المشاركين على اجراءات البحث.

قبل إنجاز المهمة، ينبغي على كل أفراد العينة أن يكون مطلعين على تقنية الدراسة كما يُنصح من المشاركين أخذ ورشة عمل حول تقييم عبء العمل بواسطة هذه التقنية، كما يمكن أخذ مثال عن كيفية تطبيق هذا المقياس وذلك من أجل الفهم الجيد لكيفية عمل هذه التقنية وما هو مطلوب منهم.

الخطوة 05: إنجاز المهمة

يقوم أفراد العينة بإنجاز المهام المطلوبة منهم وأثناء أو بعد إنتهاء إنجاز المهمة يقومون بتطبيق سلم كوبر–هاربر.

الترتيب	عامل مستوى الطلب	مستوى الصعوبة
01	جهد عقلي أدنى، الأداء المطلوب يمكن بلوغه بسهولة	سهل جداً، مرغوب فيه للغاية
02	جهد عقلي أقل والأداء المطلوب يمكن بلوغه بسهولة	سهل، مرغوب فيه
03	جهد عقلي مقبول، مطلوب للحفاظ على أداء ملائم للنظام	مقبول، متوسط الصعوبة
04	جهد عقلي معتدل مطلوب للحفاظ على أداء ملائم للنظام	غير هام لكن صعوبة
05	جهد عقلي مرتفع مطلوب للحفاظ على أداء ملائم للنظام.	صعوبة متوسطة
06	الحد الأعلى من الجهد العقلي مطلوب لتجنب الأخطاء في مستوى صعوبة معتدل.	مزعج جداً، لكن صعوبة ممكن قبولها
07	الحد الأعلى للجهد العقلي مطلوب لتجنب الأخطاء في مستوى	صعوبة كبيرة للغاية.
08	الحد الأعلى للجهد العقلي مطلوب لتجنب عدد كبير من الأخطاء.	صعوبة كبيرة للغاية.
09	جهد عقلي شديد مطلوب لإتمام المهمة، لكن استمرار عدد كبير من الأخطاء	صعوبة كبيرة للغاية.
10	المهمة لا يمكن إنجازها بالتأكيد.	مستحيل



الشكل رقم (02) سلم كوبر-هاربر المتغيرHCM

5-1-2-السلم الشامل لعبء العمل ((OW); Over all Workload):

يستعمل هذا المقياس الأحادي البعد سلم مدرج من الصفر إلى المائة، الصفر يعني عبء عمل منخفض جداً والمائة تعني عبء عمل مرتفع جداً (Hill and al, 1992)، "سلم فردي ثنائي القطب متكون من 20 درجة يستعمل للحصول على النتيجة العامة، النتيجة من الصفر إلى المائة يتم الحصول عليه بتدريج 5 لكل درجة، سلم عبء العمل تم اكتشافه على أنه طريقة جيدة لقياس عبء العمل بواسطة سلم ذات بعد واحد، كما أن هذا السلم لا يأخذ وقت طويل وهو سهل الاستعمال، ويتطلب وقت قصير لتعلم كيفية استخدامه، كما يعتبر على أنه أكثر حساسية بالنسبة لسلاليم ذات البعد الواحد(Bayers, 1992).

يفترض أنه مفيد كأداة فحص لتحديد نقاط الاختناق المفترضة لعبء العمل(Hill & al, 1992)

5-2-المقاييس متعددة الأبعاد:

الشكل متعدد الأبعاد لقياس عبء العمل هو الأكثر شيوعاً ويعتبر طريقة مقبولة لتقييم عبء العمل بالوسائل الذاتية، هناك العديد من المقاييس متعددة الأبعاد تستخدم في بيئة حقيقية وبيئة مشابهة نذكر منها مقياس ناز-مؤشر عبء المهمة(NASA-TLX) وكذلك نجد مقياس أخر وهو تقنية التقييم الذاتي لعبء العمل (Subjective Workload Assessment Technique, (SWAT)) هناك مقاييس أخرى مثل تقنية ملمح عبء العمل(Workload Profile, WP).

طبيعة المقاييس متعددة الأبعاد تدعم تحليل أكثر تعمقاً للعديد من مظاهر عبء العمل، بينما أحادية البعد لا يمكن أن تدعم ذلك. على العموم الشكل متعدد الأبعاد يتطلب مزيد من الوقت لإنجاز القياس، نذكر بعض المقاييس:

5-2-1-مقياس مؤشر عبء المهمة(NASA-Task Load index):

مقياس NASA-Task Load Index تم تطويره من طرف الباحثين هارت (**Hart**) وستيفلاند (**Staveland**) سنة 1988 تستخدمه شركة NASA في تقييم الثقل الفكري لدى الطيارين لديها، وهذا المقياس هو عبارة عن أداة تقدير ذاتي للثقل الفكري يعتمد على جمع التحصيلات أو التقديرات الذاتية لستة أبعاد، ويستخدم هذا المقياس غالبا في أنظمة إنسان-آلة وكذلك قيادة

الطائرات وغرف القيادة والتحكم واستعمال برامج الكمبيوتر، ويقوم هذا المقياس بإعطاء نتيجة شاملة للثقل الفكري حيث يعتمد على ستة أبعاد أو متطلبات وهي:

❖المتطلبات العقلية:

كم عدد العمليات العقلية والإدراكية (التفكير، التذكر، الحساب، اتخاذ القرارات، الإدراك...) المطلوبة لإنجاز هذه المهمة؟

هل كانت المهمة سهلة أم مكلفة، بسيطة أو معقدة، بطيئة أو نشيطة؟

❖المتطلبات العضلية:

كم عدد العمليات العضلية التي كانت تتطلب هذه المهمة مثل (تحريك الفأرة، النقر على لوحة المفاتيح، تحريك العينين، الخ)

هل كنت تشعر بأن العملية أو المهمة كانت سهلة أم صعبة، بطيئة أم سريعة؟

❖المتطلبات الوقتية:

إلى أي مدى أو كم من مرة كنت تشعر بضغط الوقت لإنجاز المهمة؟

هل كنت تشعر أنك كنت بطيء أم سريع لإنجاز المهمة أو العمليات المطلوبة؟

❖متطلبات الجهد العقلي أو العضلي:

ماهي عدد المرات أو الحالات التي كنت تشعر فيها أنك كنت تبذل جهد عقلي أو عضلي لإنجاز العمليات المطلوبة أو المهمة بصفة عامة؟

❖متطلبات الأداء:

كم هي عدد الحالات أو المرات التي كنت تشعر أنك أنجزت المهام أو الأهداف المطلوبة بأحسن وجه؟

❖مستوى الإحباط والقلق:

كم هي عدد المرات أو الحالات التي كنت تشعر بحالة إحباط أو قلق، عدم الارتياح، الارتباك، عدم الرغبة في العمل وذلك أثناء أداء مهامك؟

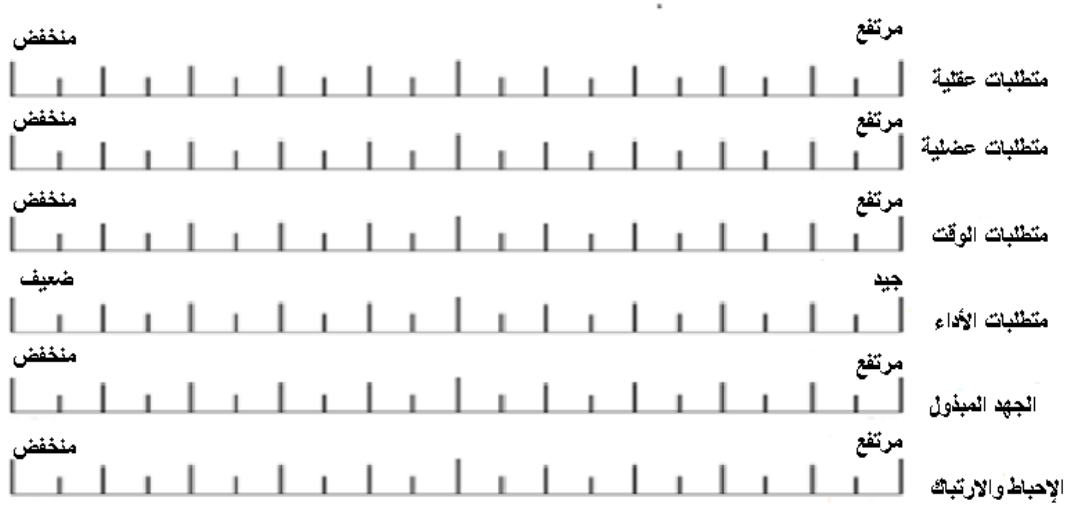
ويتم تقديم السلم أثناء أو بعد إنجاز المهمة وبعد عملية التحصيل يُطلب من كل مشارك بعملية الترجيح بين تلك المتطلبات الستة في جدول يتكون من 15 خانة كم هو موضح في الجدول رقم (05)،حيث يُطلب منهم الترجيح أيٌ من المتطلبات كان له تأثير أو هو سبب الثقل الفكري أثناء إنجاز المهام.

– **أطوار مؤشر عبء المهمة**(NASA-TLX):

ينقسم هذا المقياس إلى طورين وهما:

أ) –التحصيل:

كما هو موضح في الشكل (03)، حيث يتم تحصيل المتطلبات الستة في سلاليم فرعية مدرجة من الصفر إلى المائة و يوجد في كل سلم 20 درجة بحيث كل درجة تمثل العدد 5، يقوم المشارك بوضع علامة (X)في الدراجة التي يقدرها.



الشكل(03):سلاليم التحصيل الذاتي لمؤشر عبء المهمة(NASA-TLX)

ب) –الترجيح:

في هذا الطور يُطلب من الشخص المفحوص في جدول يحتوي على خمسة عشر خانة، يقوم بالترجيح بين أحد المتطلبات الستة أيهما كان سبب للثقل الفكري حسب تقديره أو أيهما كان له تأثير أكبر على الثقل الفكري أثناء أداء المهمة.

الجدول رقم (05): الترجيح بين المتطلبات الستة

متطلبات الأداء أو الإحباط وعدم الارتياح	المتطلبات العضلية أو الإحباط وعدم الارتياح	متطلبات الوقت أو الجهد العقلي والعضلي	متطلبات الوقت أو الإحباط وعدم الارتياح	الجهد العقلي والعضلي أو متطلبات الأداء
متطلبات الأداء أو المتطلبات العقلية	الإحباط وعدم الارتياح أو الجهد العقلي والعضلي	متطلبات الوقت أو المتطلبات العقلية	المتطلبات العضلية أو متطلبات الأداء	المتطلبات العضلية أو متطلبات الوقت
الجهد العقلي والعضلي أو المتطلبات العقلية	الجهد العقلي والعضلي او متطلبات الأداء	المتطلبات العقلية أو المتطلبات العضلية	المتطلبات العقلية أو الجهد العقلي والعضلي	متطلبات الأداء أو متطلبات الوقت

وبعد الإنتهاء من العملية يتم التحصيل في الجدول حيث يتم ضرب قيمة التحصيل لكل من المتطلبات في عدد تكرارات الترجيح لكل مطلب من المطالب الستة ثم يقسم على العدد 15 ويتم حساب المجموع العام للثقل الفكري كما سيتم توضيحه في الجدول التالي:

الجدول رقم(06): جدول تحصيل الثقل الفكري

المتطلبات	التحصيل	الترجيح	الترجيح) /15x(التحصيل	الحاصل
المتطلبات العقلية				
المتطلبات العضلية				
متطلبات الوقت				
الأداء				
الجهد المبذول				
الإحباط أو عدم الارتياح				
المجموع العام				قيمة الثقل الفكري

-خطوات تطبيق اختبار NASA-TLX:

لكي يتم تطبيق هذا النوع من الاختبارات يجب على الباحث إتباع الخطوات الصحيحة من أجل الحصول على نتائج ذات مصداقية وأقرب إلى الواقع وهذه الخطوات هي:

أ) -**الخطوة الأولى:** تتمثل الخطوة الأولى في تحديد المهمة أو المهام التي سيتم إخضاعها للتحليل، من الأحسن تحليل جزء من المهمة، هذا الجزء قد يكون ممثلاً للمهمة ككل وليس جميع أطوار المهمة وكذلك لأن تحليل مجموعة من المهام يستغرق وقت طويل وعمل شاق.

ب)–الخطوة الثانية: تتمثل الخطوة الثانية في إجراء التحليل الهرمي للمهمة حيث بعد تحديد المهمة المطلوب تحليلها ينبغي إجراء تحليل هرمي للمهمة، هذا الاجراء يسمح للمفحوصين بفهم المهام كلياً.

ج)–الخطوة الثالثة:

اختيار عينة البحث الذين سوف يتم تطبيق اختبار NASA-TLX عليها.

د) –الخطوة الرابعة:

إطلاع المشاركين في العملية أو أفراد عينة البحث على الدراسة المفروضة وكذلك بتقنية قياس الثقل الفكري وكما يسمح بإعطاء المشاركين ورشة عمل لتقييم عبء العمل.

هـ) –الخطوة الخامسة:

يقوم المشاركون في البحث بتأدية المهمة أو المهام المطلوب اجرائها وهنا يمكن تطبيق اختبار NASA-TLX إما أثناء المهمة أو بعد نهاية المهمة، وينصح أن يطبق بعد المهمة.

و) –الخطوة السادسة:

تتم عملية اجراء الترجيح بين المتطلبات الستة وهذا بعد الإنتهاء من أداء المهمة، حيث يقدم للمشاركين جداول الترجيح ليقوم كل فرد بالترجيح بين المتطلبات الستة (المتطلبات العقلية، المتطلبات العضلية، متطلبات الوقت، متطلبات الأداء، الجهد المبذول، الإحباط وعدم الارتياح) أي منهم يمكن لأن يكون سبب في ارتفاع الثقل الفكري أو له تأثير أكبر.

ز) –الخطوة السابعة:

عملية التحصيل للمتطلبات الستة على السلاليم، هذا التحصيل يتم حسب التقدير الذاتي للفرد وكذلك بالاستعانة بالتحليل الهرمي للمهمة الذي يساعد الفرد على تقدير المتطلبات العقلية والعضلية ومواقع الحالات التي كان يشعر حينها بالإحباط وعدم الارتياح وكذلك العمليات أو الأهداف التي كان يشعر أنه بذل مجهود لتحقيقها ومن خلال التحليل الهرمي يستطيع معرفة عدد المرات التي كان يرى فيها أنه حقق أهدافه بأحسن وجه، حيث أنه يُقدم لكل فرد مشارك رسم لتحليل هرمي للمهمة التي أجراها ليساعده على تقديره الذاتي.

ي) –الخطوة الثامنة:

وهي الخطوة الأخيرة ويتم خلالها حساب الناتج العام للثقل الفكري باستعمال الجدول السابق حيث يتم تدوين نتائج التحصيل للمتطلبات الستة وتكرارات الترجيح ويتم حساب الناتج لكل متطلب والناتج العام والذي يمكن من خلاله تمثيل هذه النتائج بأعمدة بيانية تبين مصادر الثقل الفكري.

–مزايا تقنية مؤشر عبء المهمةNASA-TLX:

أ) –اختبار أو تقنية سريعة وسهلة لتقييم الثقل الفكري.

ب) –يعتبر اختبار عام يمكن استعماله في العديد من المجالات مثل الطيران، مراقبة الخطوط الجوية، التحكم والمراقبة، نسق إنسان–كمبيوتر.

ج) –اختبار NASA-TLX تم اختباره في الماضي في العديد من الدراسات(Hart, 1988)

د) –يمكن تطبيقه عن طريق برنامج كمبيوتر أو عن طريق القلم والورقة.

هـ) –يعتبر أكثر الاختبارات أو التقنيات إستعمالاً لتقدير الثقل الفكري.

و) –العديد من الدراسات أظهرت أنه أفضل من تقنية(SWAT)وهذا حسب كل من(Hart, 1988)

ز) –لا يعتبر إختبار اقتحامي أثناء أداء المهمة.

–عيوب تقنية مؤشر عبء المهمةNASA-TLX:

أ) –توفر هذه التقنية أساساً معلومات موصوفة بدلاً من معلومات تحليلية.

ب) – لا يوفر معلومات أو مكونات معرفية للمهمة.

ج) –يمكن أن تستهلك الوقت بالنسبة للمهام المعقدة والكبيرة.

د) يتطلب تدريب الباحث أو القائم بالتحليل على مختلف طرق جمع البيانات وأساسيات العوامل البشرية المرتبطة بالمهمة.

–الصدق والثبات:

هناك العديد من الدراسات المتعلقة بصدق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX) قد أجريت، فحسب مجموعة من الباحثين (Hart & Staveland, 1988) وكذلك الباحثان (Vidulich & Tsang, 1986)، ذكروا أن مؤشر عبء المهمة يعطي تقديرات أكثر إتساقاً للثقل الفكري من تقنية التقدير الذاتي لعبء العمل(SWAT) عند مجموعة أفراد ينجزون نفس المهمة، كذلك هناك العديد من الدراسات أظهرت أن أن مؤشر عبء المهمة أفضل من تقنية (SWAT) من حيث الحساسية خصوصاً في حالات الثقل الفكري المنخفض (Hart & Staveland, 1988).

5-2-2-تقنية ملمح عبء العمل:(Workload Profil Technique (WPT))

هي تقنية حديثة تم تطويرها من طرف الباحثون تسانغ(Tsang) وآخرون سنة 1996 من أجل التقدير الذاتي المتعدد الأبعاد لعبء العمل، تستند هذه التقنية حسب ويكنس (Wickens, 1996) إلى نموذج الموارد المتعددة لمصادر الإنتباه، عند استعمال هذه التقنية، المشاركون يقومون بتحصيل المطالب المفترضة في المهمة المدروسة، من أجل تحديد كل بعد من المصادر المتعددة.

أبعاد الثقل الفكري حسب هذه التقنية هي:

-إدراك حسي، معالجة مركزية: (Perceptual/Central Processing)

- اختيار الاستجابة والتنفيذ: (Response Selection and Execution)

-المعالجة المكانية: (Spatial Processing)

-المعالجة اللفظية (الكلامية): (Verbal Processing)

-المعالجة الصورية (المرئية): (Visual Processing)

-المعالجة السمعية: (Auditory Processing)

-المخرجات اليدوية: (Manual Output)

-المخرجات الصوتية (الكلام): (Speech Output)

عند الإنتهاء من تحليل المهمة، المشاركون (أفراد العينة) يخصصون تحصيل بين رقم صفر (0) الحد الأدنى للمطلب و رقم (1) الحد الأقصى للمطلب، لكل بعد من أبعاد عبء العمل، والتقديرات لكل مهمة يتم جمعها من أجل تحديد الحاصل العام لعبء العمل للمهمة وهذا كما هو موضوع في الجدول رقم (07).

الجدول رقم (07): ملمح عبء العمل(Workload Profile)

أبعاد الثقل الفكري								
المهام	مرحلة المعالجة		ترميز المعالجة		مدخلات		مخرجات	
	إدراك حسي، معالجة مركزية	اختيار الاستجابة والتنفيذ	المعالجة المكانية	المعالجة اللفظية	المعالجة الصورية	المعالجة السمعية	المخرجات اليدوية	المخرجات الصوتية
1-1								
2-1								
3-1								
4-1								
5-1								

- خطوات تطبيق تقنية ملمح عبء العمل:

أ) الخطوة الأولى:

تتمثل الخطوة الأولى في تحديد المهمة أو المهام التي سيتم إخضاعها للتحليل، من الأحسن تحليل جزء من المهمة، هذا الجزء قد يكون ممثلاً للمهمة ككل وليس جميع أطوار المهمة وكذلك لأن تحليل مجموعة من المهام يستغرق وقت طويل وعمل شاق.

ب) الخطوة الثانية :

تتمثل الخطوة الثانية في إجراء التحليل الهرمي للمهمة حيث بعد تحديد المهمة المطلوب تحليلها ينبغي إجراء تحليل هرمي للمهمة، هذا الإجراء يسمح للمفحوصين بفهم المهام كلياً.

ج) الخطوة الثالثة :

تصميم فاتورة شكلية لملمح عبء العمل بعد الإنتهاء من تحليل المهام التي يتم فصلها عن بعضها البعض يتم وضع فاتورة (شكلية) لملمح عبء العمل، كما هو موضح في الجدول

رقم(07)، في العمود على الجهة اليمنى يتم ترتيب المهام ، أما في الصف العلوي يتم ترتيب أبعاد الثقل الفكري

د) الخطوة الرابعة:

تحديد أفراد العينة أو المشاركين الذين ينجزون المهمة وتطبق عليهم تقنية ملمح عبء العمل.

هـ) الخطوة الخامسة:

إطلاع المشاركين في العملية أو أفراد عينة البحث على الدراسة المفروضة وكذلك بتقنية ملمح عبء العمل، وكما يسمح بإعطاء المشاركين ورشة عمل لتقييم عبء العمل إذ امكن ذلك.

و) **الخطوة السادسة:** إجراء عمل تجريبي

بعد فهم المشاركين للعملية وكيفية تقنية عبء العمل من المفيد إجراء عمل تجريبي، المشاركين يجب أن ينجزوا مهام بسيطة ثم يطلب منهم ملء فاتورة ملمح عبء العمل، هذا يسمح للمشاركين بالحصول على خبرة في وضع أداء المهمة المطلوبة منهم، وكذلك من أجل الفهم الجيد للتقنية.

ز) **الخطوة السابعة:** إنجاز المهمة

بعد فهم التقنية وبعد جمع البيانات يبدأ المشاركون في إنجاز المهمة

ح) **الخطوة الثامنة:** إكمال فاتورة ملمح عبء العمل

بعد الإنتهاء من إنجاز المهمة أو المهام المطلوبة يقوم المشاركون بتقديم تقديرات لمستوى الطلب الذي تفرضه المهمة لكل بعد من الأبعاد، أفراد العينة مطالبون بتخصيص حصيلة بين الصفر(لا يوجد مطلب) وبين الواحد (الحد الأقصى للطلب) لكل بعد من الأبعاد .

ط) **الخطوة التاسعة:** حساب حصيلة عبء العمل لكل مهمة

عند الإنتهاء من التحصيل كل ما يتعلق بالمهام، الباحث يجب أن يقوم بحساب نواتج عبء العمل لكل مهمة منجزة ، من أجل هذا يتم جمع نواتج عبء العمل لكل بعد من الأبعاد (جمع الأعمدة) وذلك للحصول على الناتج الإجمالي لعبء العمل لكل مهمة .

- **مزايا تقنية ملمح عبء العمل** (WPT):

- التقنية تعتمد على دعامة الصوت (مصادر متعددة).
- سريعة وسهلة الاستعمال وتتطلب تدريب أقل على التحليل.
- فضلا عن تقديم تحصيل شامل لعبء العمل لكل بعد من الأبعاد الثمانية (8).
- تقنية تقدير الثقل الفكري متعدد الأبعاد.

- **عيوب تقنية ملمح عبء العمل** (WPT) :

- يمكن أن تكون صعبة للمشاركين(أفراد العينة) لتحصيل عبء العمل في سلم بين الصفر و الواحد.
- يمكن أن يكون سلم راق (متطور) من أجل الحصول على قياس مناسب لعبء العمل .
- هناك القليل من الأدلة الفعلية تستعمل هذه التقنية .
- دليل الصدق محدود المتعلق بهذه التقنية .
- المشاركون مطالبون بفهم عبء العمل والمصادر المتعددة (Wickens, 1987).

بمقارنة هذه التقنية بتقنية (NASA-TLX) و كذلك تقنية (SWAT) حسب ريبو وآخرون (RUBIO & AL, 2004) لم توجد مشاكل في فهم المشاركين (أفراد العينة) لمختلف الأبعاد المستعملة في تقنية ملمح عبء العمل .

الصدق والثبات : أجرى كل من ريبو وآخرون (RUBIO & AL, 2004) دراسة من أجل مقارنة تقنيات ملمح عبء العمل WPT من حيث التداخل، التشخيصية، الحساسية، الصدق(الصدق

المتقارب والتزامني) والقابلية، وجدوا أن تقنية ملمح عبء العمل تملك حساسية أكبر من تقنية (NASA-TLX) وتقنية (SWAT) كما أن تقنية ملمح عبء العمل (WPT) لها مستوى عالٍ من الصدق المتقارب والتشخيصي من حيث صدق التزامن ، كم أن تقنية ملمح عبء العمل تَبين أن لها ارتباط منخفض مع الأداء مقارنة مع تقنية (NASA-TLX) .

5-3-تقنية التقدير الذاتي لعبء العمل(SWAT):

(SWAT) – SUBJECTOVE WORKLOAD ASSESSMENT TECHNIQUES

Ried G.B & Nygren. T.E 1988 The subjective workload

Assessment technique A scaling procedure for measuring. (Ried & nygren).

تم تطويرها من طرف مخبر البحث الطبي للطيران الخاص بالقوات الجوية الأمريكية في القاعدة الجوية (Wright Patterson) في الولايات المتحدة الأمريكية .

تقنية (SWAT) تم تطويرها أصلا لتقييم عبء عمل الطيارين في بيئة قمرة الطائرة لكن في الآونة الأخيرة استعملت بشكل إسقاطي ((pro-(SWAT)) من أجل التنبؤ بعامل عبء العمل (kuperman, 1985)، تقنية (SWAT) هي الأداة التي تقيس ثلاثة أبعاد من عوامل عبء العمل وهي: (عبء الوقت ، عبء الجهد العقلي ، عبء القلق).

- **عبء الوقت:** هو مدى إنجاز المهمة في الوقت المحدد ومدة إنجاز مهام متعددة في نفس الوقت .
- **عبء الجهد العقلي:** مرتبط بمتطلبات الإنتباه للمهمة، مثل الإنتباه لمصادر متعددة للمعلومة وأداء الحساب.
- **عبء القلق:** يتضمن عامل المتغيرات مثل التعب، مساويء التدريب والحالة العاطفية.

بعد إجراء الترجيح الأولي، المشاركين يطلب منهم تحصيل كل مطلب من المطالب الثلاثة في سلم من 1 الى 3 ثم يتم الحساب الخاص بعبء العمل لكل بعد؟ وكذلك يتم حساب الحاصل العام لعبء العمل مدرج من 1 الى 100 .

تقنية (SWAT) تستخدم سلم تصنيف ثلاثة نقاط لكل بعد . حسب الجدول رقم (08)

الجدول رقم (08): أبعاد الثقل الفكري حسب تقنية(SWAT)

عبء الوقت	عبء الجهد العقلي	عبء القلق
غالبا ما يكون هناك فاصل زمني، الاقتطاعات والتداخلات بين مختلف الأنشطة تحدث نادرا أو لا على الإطلاق	جهد عقلي شعوري قليل جدا، النشاط عادة آليا، الإنتباه ليس مطلوب	ارتباك قليل ، خطر ، إحباط أوقلق موجود لكن يمكن استيعابهم بكل سهولة .
أحياناً هناك فاصل زمني، الإنقطاعات والتداخلات بين الأنشطة تحدث تكرارا.	جهد عقلي شعوري معتدل أو التركيز المطلوب معتدل، تعقد النشاط يرتفع باعتدال نتيجة عدم اليقين ، عدم القدرة على التنبؤ	قلق معتدل نتيجة الارتباك الإحباط أو القلق بشكل ملحوظ يضاف إلى عبء العمل ، تعويض كبير مطلوب
تقريبا لا يكون هناك أبدا فاصل زمني، الإنقطاعات والتداخلات بين الأنشطة تحدث كثيرا أو تحدث في معظم الوقت.	جهد عقلي شديد وتركيز جدا، نشاط جد معقد يتطلب الإنتباه التام	مرتفع إلى قلق شديد جدا نتيجة الارتباك ، الإحباط ، أو القلق مرتفع إلى ضبط النفس المطلوب

مخرجات تقنية (SWAT) هو حاصل عبء العمل لكل من الأبعاد الثلاثة (عبء الوقت ، عبء الجهد العقلي ، عبء القلق) والحاصل الإجمالي لعبء العمل بين الواحد والمائة كذلك يتم حسابه.

-خطوات تطبيق تقنية (SWAT):

أ) **الخطوة 01**: تحديد المهام

أول خطوة في في تحليل تقنية (SWAT) هي تحليل المهام التي يتم إنجازها، كما أن هذه المهام تكون ممثلة قدر الإمكان لتحليل مجموعة من المهام ذلك يتطلب إستغراق وقت طويل وعمل شاق ، ولذا فمن المناسب إستخدام مجموعة من المهام التي تستخدم جميع جوانب المهام قيد التحليل .

ب) **الخطوة 02**: إجراء تحليل هرمي للمهام

عندما تحدد المهام قيد التحليل بوضوح فإنه يجب إجراء تحليل هرمي، هذا يسمح للباحث و المشاركين بالفهم التام للمهمة أو المهام .

ج) **الخطوة 03**: إطلاع المشاركين (عينة الأفراد)

قبل البدء في إنجاز المهام المطلوبة كل أفرد عينة البحث يجب أن يتم إطلاعهم بشأن الغرض من الدراسة وكذلك بشأن تقنية (SWAT) كما ينصح كذلك من أفراد العينة أن يقوموا بورشة عمل حول عبء العمل وجول تقييم عبء (SWAT) لأفراد عينة البحث لكي يفهموا كيفية عمل تقنية (SWAT) وما هو مطلوب منهم فعله .

د) **الخطوة 04**: **إنشاء سلم المقياس**

عندما يفهم المشاركون كيفية عمل تقنية (SWAT) يبدأ كل فرد من أفراد العينة في تطبيق التقنية، هذه التقنية يمكن أن تستغرق وقت طويل وعمل شاق ، يطلب من كل فرد وضع وصف يحتوي على 27 مجموعة ممكنة والمكونة من ثلاثة أبعاد: عبء الوقت، عبء الجهد العقلي، عبء القلق، حسب تأثير كل بعد على الثقل الفكري ، هذا المقياس المشترك يستعمل لتطوير سلم الفاصل لتحصيل الثقل الفكري من الرقم 1 إلى 100 .

ه) **الخطوة 05**:

عند الإنتهاء من التصنيف الأولى، كل فرد يبدأ في إنجاز المهمة قيد التحليل، تقنية (SWAT) يمكن أن تجرى أثناء إنجاز المهمة أو بعد إنجازها ، كما ينصح بإنجازها بعد الإنتهاء من إنجاز المهمة المطلوبة ، حيث أن إجراءها أثناء تأدية المهمة يمكن أن تصبح متداخلة (إقتحامية) في المهمة المطلوبة ، إذا كان فيجب أن يتم تطبيقها لفضيا.

و) **الخطوة 06**: حاصل تقنية (SWAT)

المشاركون أو أفراد العينة مطلوب منهم تحصيل التقدير الذاتي للثقل الفكري للمهمة بتخصيص قيمة من رقم 01 الى رقم 03 لكل بعد من أبعاد تقنية (SWAT) .

ز) **الخطوة 07**: حساب ناتج (SWAT)

من أجل الحصول على ناتج عام ، المحلل يجب أخذ قيمة القياس المرتبطة بالمجموعة المقدمة من طرف فرد العينة ، النواتج تترجم في سلاليم فردية لكل بعد ، في النهاية الناتج الكلي يتم حسابه.

-مزايا تقنية (SWAT):

- تقدم تقنية بسيطة لتقدير الثقل الفكري .
- أبعاد الثقل الفكري في تقنية (SWAT) عامة ، التقنية يمكن تطبيقها في أي مجال ، حيث تم إستخدامها سابقا في مجالات مختلفة مثل الطيران ومراقبة الملاحة الجوية ، التحكم في المجالات الصناعية.
- تعتبر تقنية شائعة الإستعمال في ما يسمى بتقنيات التقدير الذاتي للثقل الفكري.
- متغير (PRO-SWAT) يسمح للتقنية بالتنبؤ بعامل الثقل الفكري .
- تعتير تقنية غير اقتحامية .

-عيوب تقنية (SWAT):

- تعتبر إقتحامية إذا تم تطبيقها أثناء إنجاز المهمة .
- في العديد من الدراسات المختلفة أظهرت أن التقنية NASA-TLX أفضل من تقنية (SWAT) فيما يخص الحساسية عندما يكون الثقل الفكري منخفض (Hill & al 1992).
- التصنيف الأولي للمجموعات يستهلك وقت طويل ويعتبر عمل شاق (Luximon & Goonetilleke 2004) .
- عندما تجرى بعد وقوعها أو بعد الإنتهاء من المهمة ، الأفراد يمكن أن ينسوا مظاهر الثقل الفكري المرتفع أو المنخفض.

-الصدق والثبات :

مجموعة من الدراسات السابقة المتعلقة بتقنية (SWAT) أجريت من طرف (Starlend and Gart, 1988) ودراسات (Tsang & vidulch, 1985) ، أظهرت أن تقنية مؤشر عبء المهمة أكثر إتساق لتقديرات الثقل الفكري لنتائج أفراد أنجزوا نفس المهام، فكانت نتائج مقاربة لتقنية (SWAT) .

5-4-تقنية الهيمنة الذاتية لعبء العمل:

Subjective workload dominance technique (SWORD)

Dr. Michael A vidulich department of psychology.wright state university . 3640 clond hwy . Dayton .oh4535-0001.

تقنية الهيمنة الذاتية لعبء العمل (SWORD) هي إحدى تقنيات التقدير الذاتي لعبء العمل التي تستخدم للتقدير الذاتي لعبء العمل إستعاديا (بأثر رجعي) (Retrosedively) وتنبؤيا (Pro- SWORD) حسب الباحثون (shuern, ward, vidulich,1991) هذه التقنية تستخدم مقارنة مزدوجة للمهام من أجل الحصول على تقدير لعبء العمل لك مهمة خاصة، المشاركين مطالبون بتقدير هيمنة كل مهمة على المهمة الأخرى فيما يخص عبء العمل المفترض عند الاستعمال التنبؤي ، المهام تصنف على حسب هيمنتها قبل البدء في المحاولة ثم تصنف ما بعد الاختبار أو بعد تطبيق التقنية للتحقق من حساسية التوقعات .

-خطوات تطبيق تقنية الهيمنة الذاتية لعبء العمل (SWORD):

- **الخطوة الاولى:** تحديد المهام قيد التحليل .

أول خطوة لتطبيق تقينة (SWORD) هي تحديد المهام التي تعرض للتحليل والتي سيتم التركيز عليها في التحليل ، مثال : عند تقييم تأثيرات عامل عبء العمل الناتج عن معالجة ما ، من المفيد التحليل إستعاديا لمجموعة مهام قدر المستطاع ، التحليل لجميع المهام سوف يستهلك وقت طويل ويكون عمل شاق ، والذي يجب التركيز على مجموعة مهام التي تمثل كل مظاهر المهمة العامة

- **الخطوة الثانية:**

وضع تحليل هرمي للمهمة قيد التحليل، بعدما يتم تحديد المهام المطلوب تحليلها يتم بعد ذلك القيام بوضع تحليل هرمي لكل مهمة، وهذا يسمح للباحث والمشاركين بفهم المهمة أو المهام كليا .

- **الخطوة الثالثة:**

تنصيب ورقة تصنيف لتقنية (SWORD) ووضع سلم تصنيف الهيمنة كم هو موضح في الجدول رقم(09).

- **الخطوة الرابعة:** اختيار عينة الافراد، يتم اختيار عينة الأفراد الذين سيقومون بإنجاز المهام المطلوبة ويقوم الباحث بتحليل مهام ثم تطبيق تقنية (SWORD) .

الجدول رقم (09):جدول الترجيح بين المهام من حيث هيمنة عبء العمل(SWORD).

المهمة	مطلق	قوي جداً	قوي	ضعيف	متساوي	ضعيف	قوي	قوي جداً	مطلق	المهمة
A										B
A										C
A										D
A										E
B										C
B										D
B										E
C										D
C										E
D										E

- **الخطوة الخامسة:** إطلاع المشاركين على تقنية (SWORD)

قبل إنجاز المهام المراد تحليلها ، كل المشاركين يجب أن يتم إطلاعهم على الدراسة المفترضة وعلى تقنية (SWORD) كذلك ينصح على أن يقوم المشاركون بورشة عمل للتعرف على تقنية وعلى معرفة تقييم عبء العمل .

- **الخطوة السادسة:** إنجاز المهام المطلوب تحليلها .

تقنية (SWORD) من المفروض أن يتم تطبيقها بعد إنجاز المهمة ، لذلك يجب أولا الإنتهاء من إنجاز المهمة ثم مباشرة يتم تطبيق هذه التقنية بدون مماطلة أو تأخر والذي قد يجعلهم لا يتذكرون بعض الحالات كما أنه ينصح بأن تقدم للمشاركين ورقة تقنية (SWORD) أثناء إنجاز المهام حتى تصبح هذه التقنية متداخلة في المهام .

- **الخطوة السابعة**(تطبيق تقنية (SWORD)):

بعد الإنتهاء من إنجاز المهام يبدأ كل فرد من افراد العينة في تطبيق هذه التقنية، يبدأ أولا في الترجيح بين المهام من حيث هيمنة كل مهمة على أخرى حسب عبء العمل ، كما هو موضح في الجدول رقم (09) كل فرد يرجح بين المهمتان (A) ضد المهمة (B) من حيث تأثير عبء العمل على المهمة فمثلا : إذا كان الفرد يشعر بأن المهمتان متساويتان من حيث عبء العمل فإنه يضع علامة (X) عند درجة متساوي ، أما إذا كان الفرد يشعر بأن المهمة (A) لها عبء العمل أعلى قليلا من المهمة (B) فيسجل علامة (X) عند درجة ضعيف من ناحية المهمة

(A) أكبر بكثير من المهمة (B) فيسجل علامة (X) عند درجة مطلق (Absolute) من ناحية (A) وهكذ يسمح للمشارك أو فرد العينة بإعطاء تقدير ذاتي لهيمنة عبء العمل على الأخرى ، يجب أن تتم هذه العملية الى غاية نفاذ كل مجموعات المهام .

- **الخطوة الثامنة:** بناء مصفوفة التحكيم .

يقوم الباحث بإنشاء مصفوفة التحكيم لتقنية (SWORD) ، كل خانة في المصفوفة توضح الفرق بين المهام المرتبة في العمود ثم يقوم بملئ خانة من خلال نتائج تحصيل المشاركين .

مثال : إذا كان المشارك ذكر أن الفرق بين المهمة A والمهمة B أنهما متساويان من حيث تأثير عبء العمل فيكتب الباحث رقم (1) في خانة التقاطع بين المهمة A و المهمة B مثال في الجدول

الجدول رقم(10):مصفوفة تقنية SWORD

	A	B	C	D	E
A	1	2	6	1	1
B		1	3	2	2
C			1	6	6
D				1	1
E					1

ثم يتم حساب المتوسط الحسابي لكل صف من المصفوفة ويتم ضبط المتوسطات.

- **الخطوة التاسعة** (تقييم اتساق المصفوفة): بعد الإنتهاء من بناء المصفوفة ، يتم تقييم إتساق المصفوفة من خلال ضمان أنه لا يوجد إتجاهات متعددة بين التحكيمات ذات صلة بالمصفوفة مثال : إذا كانت المهمة (A) تم تصنيفها مرتين على أنها أصعب من المهمة (B) والمهمة (B) ام تصنيفها ثلاث مرات أنها أصعب من المهمة (C) إذن فالمهمة (A) ، يجب أن تكون مصنفة على أنها أصعب ستة مرات من المهمة (C) (Vidulch ward & Schuren 1991) لذلك يجب على الباحث أن يكمل المصفوفة للتحقق من إتساق تقديرات المشاركين .

-مزايا تقنية (SWORD):

- سهلة التعلم والاستعمال

- غير متداخلة
- صدق عال
- سريعة التطبيق
- تصنف على أنها حساسة لتغيرات عبء العمل (Ried & Nygren 1988)

-عيوب تقنية (SWORD) :

- تجمع البيانات بعد المحاكمة (الترجيح) .
- تتطلب المزيد من الفعالية .
- لا تستعمل بشكل واسع مثل مختلف التقنيات الاخرى كما هو الحال بالنسبة لتقنية (SWAT) وتقنية NASA-TLX .

-الصدق والثبات :

قام الباحثون Vidulch ward & Schuren سنة 1991 باختيار هذه التقنية من أجل دقة التنبؤ بعبء العمل المفترض وذلك بتطبيقها على 16 طيار للطائرة الحربية F16 عند استعمال نظام العرض موقف (HUD) أفراد عينة البحث ينقسمون الى فئتان ، طيارين لطائرة F16 و طلبة الكلية الفئة تنقسم الى مجموعة طيارين ذوي الخبرة مع نظام (HUD) الجديد بينما المجموعة الثانية فتتمثل في مجموعة الطيارين لطائرة F16 ليست لديهم خبرة في نظام عرض (HUD) الجديد ، يستعمل تقنية PRO-SWORD للتنبؤ بعبء العمل المرتبط بمهام نظام (HUD) . المجموعة الثالثة (طلبة الكلية الذين لديهم خبرة في نظام (HUD) كذلك يتم استخدام تقنية PRO-SWORD للتنبؤ بعبء العمل المرتبط بنظام (HUD).

الخلاصة:

أفيد بأن تقديرات PRO-SWORD ترتبط الى حد كبير بتقديرات تقنية SWORD (استرجاعيا) ، زيادة على ذلك تقديرات PRO-SWORD تتوقع بشكل صحيح التوصيات الواردة في تقييم نظام HUD ، كذلك ذكر أيضا أن تقنية SWORD كانت أكثر موثوقة وأكثر حساسية من تقنية NASA-TLX.

6-قياسات الأداء للثقل الفكري:

قياس الأداء يمكن أن يُعرف تقريبا على أنه فعاليات إنجاز مهمة معينة (Vanmerrienboer & Paas, 1993)، الطريقتان الأساسيتان لقياس عبء العمل بوسائل الأداء هي القياسات الأولية والثانوية ، الأساس من استعمال المهام الأولية والثانوية لقياس عبء العمل يستند الى افتراض أن الأشخاص لديهم مصادر محدودة (1998، Wickens & Yeh) كما أن الباحث دوريك (Derrik, 1988) يشرح كيف أن (المهام التي تتطلب نفس بنية المصادر سوف تكشف انخفاض في الأداء عند تقاسم الوقت والمزيد من الانخفاض عند الصعوبة لإحداهما أو كلاهما هذا يعني أن عبء العمل يمكن أن يُقدر بقياس الانخفاض في الأداء، إما عن طريق المهمة الأولية أو الثانوية، قياس المهمة الأولية هو وسيلة أكثر مباشرة لقياس عبء العمل من قياس المهمة الثانوية، لكن يمكن استعمال كلاهما.

6-1-أداء المهمة الأولية:

قياس أداء المهمة الأولية يقيس عبء العمل استنادا على قدرة إنجاز المهمة الرئيسية (Rehmaan, 1995) هذا شكل مباشر وغير متداخل للقياس ، قياسات المهمة الأولية تعطي إشارة الأداء لكل من النظام والعامل ، (Sirevaag & al 1995) المهام الأولية يجب أن تكون محددة فرديا لكل حالة (Hicks, 1979) وكذلك مراقبة السرعة (wierwille, 1993)، وضعيات القيادة واحدة من المشاكل المرتبطة باستعمال الأداء بدقة في المهمة الأولية التي لا تأخذ بعين الاعتبار القدرة العقلية الاحتياطية (Sirevaag & al, 1993) على سبيل المثال ; مهمتان يمكن أن يُنجزا على حد السواء لكن القدرة العقلية لشخص ما يمكن أن تكون قد بُذلت الى حدودها بينما القدرات العقلية لشخص آخر لم تبذل على الاطلاق (Derwaard, 1996)، مشكل آخر بالنسبة لإستعمال القياسات للأداء الأولي لتقدير عبء العمل وهو الدافعية، عندما تكون الدافعية عند الأشخاص ويكونوا متحمسين أكثر، عبء العمل لديهم يمكن أن يكون مرتفع لكن أدائهم لا

يمكن أن يرتفع على نفس المدى (Wickens & vidnlich, 1981) كذلك من الصعب قياس التغيرات في الأداء الذي يؤدي الى عبء العمل مالم يكن هذا الاخير مرتفع جداً، التغير من مستوى منخفض الى مستوى متوسط لعبء العمل قد يرتفع بشكل آخر وهو أن القياسات ليس من السهل أن تنتقل من مهمة الى اخرى (Sirevaag & al1993).

6-2-أداء المهمة الثانوية:

المهمة الثانوية هي قياس اضافي للمهمة الأولية، الفكرة الأساسية للمهمة الثانوية هي أنها تقيس الفرق بين القدرة العقلية التي تستهلكها المهمة الأساسية والقدرة الاجمالية المتوفرة ، (Mulder 1979)، الأساس من هذا القياس يرتبط مع نظرية المصادر المتعددة لأن أداء المهمة الأولية يأخذ بعين الإعتبار المصادر، أما المصادر المتبقية فإنها نظريا تستعمل في أداء المهمة الثانوية (Wickens, 1998) ، مزايا قياس المهمة الثانوية على المهمة الأولية هو أنه قادر على تحديد إذا كانت هناك قدرة عقلية إحتياطية (Sirevaag & al, 1993) ، بعض الأمثلة حول المهام الثانوية متعلقة بالقيادة ومتابعة السيارات القادمة، فحص المرآة ومهام اضافية أخرى (Dewaard 1996)

المشكل الرئيسي الذي يمكن أن يحدث هو أنه بينما المهام الثانوية تُستخدم لقياس عبء العمل فإنه يمكن تعطيل أداء المهمة الأولية (Coue & Reid1999) بعض الأشخاص لا يمكن أن ينجزوا المهمة الأولية قبل إنجازهم المهمة الثانوية، تستخدم نفس المصادر على سبيل المثال المهمة الأولية التي هي بصرية في المقام الأول، يجب أن تقترن بقياس المهمة الثانوية التي هي كذلك بصرية لإنجاز قياس أفضل للأداء (Dewaard 1996) الكثير من التناقضات بين وضمن القياسات المختلفة لعبء العمل هي من المقرر غير دقيقة أو بيانات قليلة من المهم الحفاظ على سلامة الاعتبار عند اختيار المهمة الثانوية لأن الأداء يمكن أن ينخفض عند نقطة الخطر بينما عبء العمل يكون مرتفع جدا .

الخلاصة العامة:

قياس عبء العمل أو الثقل الفكري يمكن قياسه بثلاث طرق رئيسية، الطريقة الأولى تتمثل في القياسات الفيزيولوجية وتتضمن قياسات القلب والتنفس وحركات العين وكذلك النشاط الكهربائي لفروة الرأس، أما الطريقة الثانية لقياس الثقل الفكري أو عبء العمل فتتمثل في التقديرات الذاتية وفيها مقاييس أحادية البعد مثل سلم كوبر وهاربر ومقاييس متعددة الأبعاد ولعل أبرزها مؤشر عبء المهمة(NASA-TLX) ثم مقياس ملمح عبء العمل، ومقياس الهيمنة الذاتية لعبء العمل، ومقياس التقدير الذاتي لعب العمل، وتوجد مقاييس أخرى لم يتطرق إليها الباحث وأكتفى بهذه المقاييس لأنها أشهر المقاييس المستعملة، هناك طريقة ثالثة لقياس عبء العمل وهي قياسات الأداء للثقل الفكري حيث يقيس أداء المهمة الأولية وأداء المهمة الثانوية معاً.

الفصل الخامس

منهجية البحث

تمهيد:

في هذا الفصل يتم التطرق إلى الجانب الميداني ، وفيه الدارسة الاستطلاعية وأهدافها والإطار الزماني والمكاني لإجرائها وعينة البحث وكذلك التطرق إلى تعريف برنامج الأوتوكاد(Auto CAD)، قائمة المراجعة وكيفية تطبيقها، الأدوات المستعملة في الدراسة ونتائج هذه الدراسة، أما الدراسة الأساسية فتطرق الباحث إلى عملية تحليل المهام من خلال التحليل الهرمي للمهمة وتحليل البيانات من خلال مشاهدة الفيديو المسجل لإنجاز المهمة ثم تحديد المصادر أو العوامل المسببة لارتفاع الثقل الفكري ، ثم إجراء مقارنة بين أفراد العينة من حيث نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة ومن حيث نتائج تحليل البيانات ودور المعايير الأرغونومية في خفض الثقل الفكري عند كل مستخدم.

1-الدراسة الاستطلاعية:

وتسمى أيضاً بالبحث الكشفي وفيه يلجأ الباحث لإجراء الدراسة الاستطلاعية عندما يكون مقدار ما يعرفه عن الموضوع قليلاً جداً لا يؤهله لتصميم دراسة وصفية وذلك عن طريق اجراء منهجية محددة تتكافل لتحقيق أهداف الدراسة الاستطلاعية وتمثل هذه الدراسات أو الأبحاث في الغالب نقطة البداية في البحث العلمي بشقيه النظري والتطبيقي (منسي، محمود عبد الحليم،2003)

ونظراً لأن الباحث لم يكن على إطلاع كاف على موضوع البحث، فكان لزاماً عليه إجراء الدراسة الاستطلاعية لكشف واستخلاص المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج وعلى تقنيات تحليل المهام وتقنيات قياس الثقل الفكري.

1-1-أهداف الدراسة الاستطلاعية:

تهدف الدراسة الاستطلاعية حسب الباحث إلى:

- التعرف على عينة البحث والوظائف التي يقومون بها.
- التعرف على برنامج الدراسة الأوتوكاد(Autocad).
- معرفة وكشف المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج والتي تطرق إليها الباحث في الجانب النظري في الفصل الثاني.
- تصنيف مختلف الإجراءات والعمليات التي يقوم بها مستخدم البرنامج.
- تصميم بطاقة ملاحظة لجمع البيانات من خلال ملاحظة العمليات التي يقوم بها مستخدم البرنامج.
- اختيار التقنية المناسبة لتحليل المهام.
- اختيار الاختبار أو التقنية المناسبة لقياس الثقل الفكري لدى المستخدمين.
- شرح اختبار قياس الثقل الفكري المستعمل ومتطلباته للمستخدم.

1-2-الإطار الزمني للدراسة:

جرت الدراسة الاستطلاعية من تاريخ 21نوفمبر2014 إلى 25ديسمبر 2014.

1-3-الإطار المكاني للدراسة:

جرت الدراسة الاستطلاعية بستة مكاتب دراسات عمرانية خاصة متفرقة بين ولايتي تيارت وتيسمسيلت.

1-3-1-برنامج الدراسة: الأوتوكاد(Autocad):

أوتوكاد (AutoCAD) هو برنامج للرسم والتصميم بمعونة الحاسب يدعم إنشاء الرسومات ثنائية وثلاثية الأبعاد. تم تطوير هذه البرنامج منذ عام 1982 كتطبيق للحواسب الشخصية، ومنذ عام 2010 أصبح متوفراً كتطبيق ويب يعمل خلال المتصفحات والهواتف الذكية يعتمد مبدأ التخزين السحابي تحت الاسم التجاري الحالي أوتوكاد 360.(AutoCAD 360) برنامج أوتوكاد من تطوير وتسويق شركة Autodeskو التي أصدرت النسخة الأولى من أوتوكاد في ديسمبر 1982 وذلك في العام التالي لشراء جون ووكر مؤسس Autodeskللنموذج الأول للبرنامج بمبلغ 10 ملايين دولار، يعد أوتوكاد منتج Autodesk الرائد، وقد أصبح منذ مارس 1986 برنامج التصميم الأكثر انتشارا في العالم للحواسب الشخصية في حين كانت معظم برامج التصميم بمعونة الحاسب في تلك الفترة تعمل على الحواسب الضخمة، يعتبر أوتوكاد برنامج تصميم ذو استخدام عام في العديد من المجالات، يستخدمه المهندسين من مختلف الاختصاصات لإنشاء الرسومات والتصاميم الهندسية ويستخدمه مديري المشاريع، بالإضافة إلى العديد من المهن والصناعات. (ويكيبيديا، آخر تعديل بتاريخ 29 أوت 2014).

1-4-عينة الدراسة الاستطلاعية:

تم تحديد عينة الدراسة الاستطلاعية بستة أفراد كلهم ذكور والجدول التالي يوضح خصائص أفراد العينة.

من خلال الجدول رقم (10)، نلاحظ أن معدل أعمار الأفراد هو 35.46 سنة أما معدل الخبرة في العمل فهو7.83 سنة ومعدل الخبرة في استعمال البرنامج فهو 8.38.

الجدول رقم (11): خصائص أفراد عينة البحث

المستخدم	السن	الشهادة	سنة التخرج	الخبرة	الخبرة في استخدام البرنامج
المستخدم 01	43	مهندس معماري	1996	16	10
المستخدم 02	37	مهندس التهيئة العمرانية	2002	09	09
المستخدم 03	35	مهندس الهندسة المدنية	2004	08	08
المستخدم 04	32	مهندس معماري	2004	08	08
المستخدم 05	36	مهندس التهيئة العمرانية	2002	05	06
المستخدم 06	31	مهندس معماري	2008	05	10

1-5-الأدوات المستعملة في الدراسة الاستطلاعية:

أ-الملاحظة المقننة:

قصد ملاحظة:

- الإجراءات والعمليات التي يقوم بها المستخدم أثناء أدائه لمهامه.
- أعضاء الجسم التي يستعملها المستخدم لإجراء العمليات.
- ردود فعل برنامج الكمبيوتر(Feedback) على إجراءات المستخدم.
- واجهة المستخدم، كل ما يتوفر للمستخدم من أيقونات وقوائم أزرار ولافتات.

ب-المقابلة المفتوحة:

قصد الحصول على:

- معلومات خاصة بالمستخدم مثل السن، الخبرة، الشهادة، سنة التخرج، التكوين على البرنامج.
- تحديد الأهداف الرئيسية والفرعية والثانوية من أجل إجراء التحليل الهرمي للمهمة.
- الاستفسار عن وظائف بعض الأزرار والأيقونات، والتقنيات، الخ.
- الحالات التي كان يشعر بها المستخدم بالارتباك أو القلق أو عدم الرغبة في العمل.

ج-قائمة المراجعة (Check-List):

تهدف هذه الأداة إلى الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج والمتاحة لمستخدم برنامج الأوتوكاد من أجل تسهيل مهامه وتحسين أدائه والتقليل من المجهود العقلي والعضلي،

وبالإستعانة بالمعايير الأرغونومية الذي تطرقنا إليها في الجانب النظري في الفصل الثاني ثم تصميم قائمة المراجعة(checklist)

- التوجيه والحث: ماهي التوجيهات التي يقدمها البرنامج لمستخدمه وكيفية تقديمها والهدف منها وكيف يقوم البرنامج بحث المستخدم على الإجراءات المطلوبة؟
- التجميع والتمييز بين العناصر على أساس الشكل، التموقع، الأداء: مثل قوائم الأوامر تجمع الأيقونات والأزرار، ترتيب الأوامر ترتيب أبجدي أو ترتيب حسب الأهمية.
- عبء العمل (الاختصار، التقليص، إجراءات الحد الأدنى، كثافة المعلومات): ماهي التقنيات التي يمكن من خلالها اختصار الوقت والحركات للوصول إلى الهدف ويمكن من خلالها إجراء مجموعة من العمليات بإجراءات أقل؟
- تحكم المستخدم: ماهي التقنيات التي تجعل المستخدم يتحكم في البرنامج بدون ارتكاب أخطاء أو انفلات من السيطرة؟
- القدرة على التكيف (المرونة، خبرة المستخدم):كيف يمكن للمستخدم إجراء تعديلات وإعادة ترتيب الأوامر أو الأيقونات حسب الأهمية أو إخفاء الأزرار وقوائم الأوامر التي لا يحتاجها كذلك اختزال العمليات والإجراءات حسب خبرة المستخدم؟
- تسيير الأخطاء: الحماية من الخطأ، تنبيهات الخطأ، تصحيح الخطأ.
- الاتساق: مثل تموقع مجالات إدخال البيانات(Labels)، تموقع بعض قوائم الأوامر والأشكال وكيف يساهم في الاتساق بين المستخدم والكمبيوتر.
- معاني الرموز: ما هي الإجراءات التي تساعد على فهم الرموز والأشكال؟
- التوافق: ما هي الإجراءات والتقنيات التي تتوافق مع خصائص المستخدم مثل المساعدة على التذكر والإدراك، الخ؟

د–طريقة التطبيــق:

أولاً يتم تدوين المعلومات الشخصية لكل فرد من أفراد العينة، ثم يتم تحديد موعد الذي سيتم من خلاله مستخدم البرنامج في الانطلاق برسم مخطط ما بواسطة برنامج الأوتوكاد، يتم تحديد مدة الإنجاز بحيث أن بعض المهام تتطلب ساعات طويلة أو ربما أيام، ولذلك يتم تحديد مقدار ساعتين إلى ثلاث ساعات لكل فرد على أن يتم تكرار نفس العملية لمرات لمهام مختلفة، تتم الملاحظة

بالجلوس إلى جانب مستخدم البرنامج ويتم تدوين على الورق كل العمليات والحركات التي يقوم بها وأعضاء الجسم التي يستخدمها في حركاته وما يقابلها من إجراءات على البرنامج وردود فعل الكمبيوتر.

هـ-نتائج الدارسة الاستطلاعية:

من خلال الدراسة الاستطلاعية توصل الباحث إلى:

1- تقنيات تحليل المهام التي يرى الباحث أنها مناسبة للبحث هي:

1-1-التحليل الهرمي للمهمة: لأنه يعطي نظرة شاملة على المهمة التي أنجزها مستخدم البرنامج وبها يمكن رؤية أيٌ الأهداف التي تتطلب عمليات كثيرة ويمكن من خلالها تذكر الفترات التي كان فيها يشعر بالارتباك أو القلق أو عد الرغبة في العمل كما أنها تقنية سهلة يمكن للباحث استعمالها قبل وأثناء وبعد إنجاز المهمة.

1-2-**التحليل الجدولي للمهمة:** بعد الانتهاء من التحليل الهرمي للمهمة يحتاج الباحث إلى تصنيف قاعدة الهرم والمتمثلة في مختلف العمليات العضلية والعقلية حيث في ورقة مسودة يستعمل الباحث جدول مكون من أربعة أعمدة:

- العمود الأول خاص بالأهداف الثانوية.
- العمود الثاني خاص بالإجراءات.
- العمود الثالث خاص بالعمليات العضلية أو الذهنية.
- العمود الرابع خاص بإجراءات وردود فعل الكمبيوتر.

2- **تقنيات قياس الثقل الفكري:**

من خلال الدراسة الاستطلاعية توصل الباحث أن الاختبار الملائم لقياس الثقل الفكري في هذه الدراسة هو مؤشر عبء المهمة(NASA-TLX) وذلك للأسباب التالية:

أ- لم يستعمل الباحث تقنية ملمح عبء العمل (Workload Profil Technique) لأن هذه التقنية تتطلب تصنيف جميع خطوات المهمة من الأهداف إلى العمليات في جدول ولا يقدر أو يرجح مستخدم البرنامج المتطلبات التي يظن انها سبب أو عامل ارتفاع الثقل الفكري، كما أن المهمة لا تتطلب أبعاد سمعية لفظية كما هو مطلوب في هذه التقنية.

ب–لم يستعمل الباحث تقنية التقدير الذاتي لعبء العمل(SWAT) لأن هذه التقنية تتطلب وقت طويل ومجهود من طرف مستخدم البرنامج بتصنيف البطاقات كما أنها تقيس ثلاث أبعاد فقط، أما تقنية مؤشر عبء المهمة فيقيس ستة أبعاد.

ج–لم يستعمل الباحث تقنية الهيمنة الذاتية لعبء العمل لأن المهمة تتطلب وقت ولا تستعمل أبعاد الثقل الفكري كما هو الحال مع تقنية مؤشر عبء المهمة.

د– لم يستعمل الباحث تقنيات القياس الفيزيولوجي لعدم توفر الأدوات والإمكانيات.

3– توصل الباحث إلى أنه يحتاج إلى تسجيل فيديو لعملية إنجاز المهمة لأن المهمة تتطلب عدد كبير من مختلف العمليات وكذلك من أجل إجراء تحليل دقيق لجميع العمليات والإجراءات التي يقوم بها مستخدم البرنامج وكذلك بالنسبة لردود فعل برنامج الكمبيوتر ولتحديد المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج.

2-الدراسة الأساسية:

2-1-الإطار الزمني للدراسة:

تاريخ الدراسة الأساسية من 28ديسمبر2014 إلى غاية 08جانفي2015.

2-2-الإطار المكاني للدراسة:

تمت الدراسة في نفس مكاتب الدراسات العمرانية الخاصة التي أجريت فيها الدراسة الاستطلاعية.

2-3-عينة الدراسة الأساسية:

تمت الدراسة على نفس أفراد عينة الدراسة الاستطلاعية.

2-4-الأدوات المستعملة:

أ-الملاحظة المقننة: تستخدم أداة الملاحظة في الدراسة الأساسية من أجل:

- ملاحظة معظم الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج.
- الربط بين الحركات التي يقوم بها المستخدم وما يتم ملاحظته من عمليات وإجراءات على شاشة الكمبيوتر.

ب-التصوير داخل شاشة الكمبيوتر:

يتم تنصيب برنامج (FastStone Capture) على الكمبيوتر بطلب الإذن من المستخدم، دور هذا البرنامج تصوير كل ما يحدث على شاشة الكمبيوتر في صيغة الفيديو، كما يمكنه التقاط صور حسب تحديد المنطقة، يتم تشغيل البرنامج مع البدء في إنجاز المهمة ويستخدم التوقيف المؤقت (Pause)في حالة التوقف عن العمل وبعد الانتهاء من إنجاز المهمة يتم توقيف التصوير الداخلي ليتم حفظ الفيديو والصور الملتقطة في ذاكرة فلاش (FlashDisk)برقم أو إسم المستخدم ليتم بعد ذلك تحليله تحليلاً دقيقاً خارج مكان العمل.

جـ-المقابلة المفتوحة: تستخدم المقابلة قبل البدء في إنجاز المهمة وذلك بطلب المستخدم ذكر الهدف الرئيسي ثم يُطلب منه ذكر الأهداف الثانوية ثم ذكر الأهداف الفرعية لكل هدف ثانوي

إذا أمكن، تساعد هذه المقابلة على التحليل الهرمي للمهمة، كما تستعمل المقابلة المفتوحة من أجل الاستفسار عن دور بعض الأدوات في البرنامج أو عن الإجراءات التي يقوم بها المستخدم، أما بعد أداء المهمة أو إنقضاء المدة المتفق عليها يُطلب منه ذكر الحالات التي كان يشعر فيها بحالات ارتباك أو قلق أو عدم الرغبة في العمل وهذا يساعد في تطبيق اختبار قياس الثقل الفكري.

ب-التحليل الهرمي للمهمة:

وهو من أهم الأدوات التي يستخدمها أخصائي الأرغونوميا في تحليل المهام المدروسة، حيث وباستعمال ورق من الحجم الكبير A3 يرسم مستطيل في أعلى الورقة يُكتب فيها الهدف الرئيسي ثم مستطيلات متفرعة أسفلها يتم كتابة الأهداف الثانوية فيها ثم كل مستطيل يتفرع إلى مستطيلات إلى الأسفل وتكتب الأهداف الفرعية لكل هدف ثانوي وترقم الأهداف بالتفرع من الأعلى إلى الأسفل ومن اليمين إلى اليسار إلى أن يتم تجزئة كل الأهداف إلى عمليات مرئية (حركات وإجراءات) في قاعدة الهرم، يتم رسم هذا الهرم منذ بداية المهمة ويتم تكملته بجمع البيانات عن طريق الملاحظة والمقابلة أثناء إنجاز المهمة.

ج- **التحليل الجدولي للمهمة:** يستعمل لتفريغ العمليات في قاعدة الهرم والمتمثلة في مختلف العمليات العضلية والعقلية حيث في ورقة مسودة يستعمل الباحث جدول مكون من أربعة أعمدة:

- العمود الأول خاص بالأهداف الثانوية.
- العمود الثاني خاص بالإجراءات.
- العمود الثالث خاص بالعمليات العضلية أو الذهنية.
- العمود الرابع خاص بإجراءات وردود فعل الكمبيوتر.

د-مقياس مؤشر عبء المهمة(NASA-TLX):

يتم تقديم ورقة المقياس لمستخدم البرنامج مباشرة بعد الانتهاء من إنجاز المهمة أو بعد نهاية المدة المحددة وذلك حتى يستطيع المستخدم تذكر العمليات والمراحل والحالات، كما يُنصح أن لا يقدم أثناء إنجاز المهمة حتى لا يكون متداخل في المهمة، المقياس عبارة عن صفحتين، الصفحة الأولى تحتوي على ستة سلاليم مدرجة كما هو مذكور في الجانب النظري في الشكل رقم (4)، أما

الصفحة الثانية فتحتوي على جدول الترجيح كما هو مذكور في الجانب النظري في الجدول رقم(5)، وبالقلم يضع المستخدم علامة (X) في الخانة التي يقدر فيها تحصيله للمتطلبات في سلاليم التحصيل و يرسم خط تحت المطلب الذي يرجحه على المطلب الأخر في جدول الترجيح.

هـ-أساليب المعالجة الإحصائية:

إن استخدام الأدوات الإحصائية لوصف وتحليل البيانات المتحصل عليها عن طريق أداة الدراسة، يُسهل الوصول إلى نتائج واضحة، وفي هذه الدراسة استخدم الباحث الأدوات الإحصائية التالية:

- **التكرارات:**

تهدف التكرارات إلى تبسيط العمليات الإحصائية وذلك بتبويبها في صورة مناسبة ولذلك تم الاعتماد عليها في تحليل مختلف البيانات الخاصة بالمعايير الأرغونومية المتمثلة في التقنيات والإجراءات والتصاميم وكذلك تم الاعتماد عليها في تبويب المتطلبات العضلية المتمثلة في مختلف الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج من أجل تنفيذ مختلف الإجراءات، وكذلك من أجل تبويب العمليات العقلية المفترضة للمستخدم.

- **الأعمدة البيانية:**

من أجل توضيح أكثر لمصادر الثقل الفكري حسب تقدير المستخدم ولتصنيف مختلف العمليات العقلية والعضلية حسب تحليل المهمة من خلال مشاهدة الفيديو المسجل لإنجاز المهام.

2-5-منهج الدراسة:

ولأن عدد أفراد عينة البحث لا يمثل إلا عينة صغيرة (6 أفراد)، وكذلك من أجل إجراء تحليل معمق للمهمة المنجزة وتحديد مصادر الثقل الفكري وذلك بتصنيف العمليات إلى عمليات عقلية وعضلية وحساب تكراراتها، وكذلك من أجل كشف المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد على شكل تقنيات وتصميمات و أشكال وغير ذلك، وإبراز دورها في تحسين اداء مستخدمه وفي التقليل من ارتكاب الأخطاء والتخفيف من الثقل الفكري لدى مستخدم هذا البرنامج،

فإن منهج الدراسة المطلوب لهذه الدراسة هو **منهج دراسة الحالة**، كما هو الحال في الكثير من الدراسات المعمقة في علم النفس العيادي وعلم النفس العمل والتنظيم.

2-6-خطوات الدارسةالأساسية:

مرت البدراسة الأساسية بمجموعة من الخطوات المتسلسلة وهي:

- **الخطوة الأولى:(رسم الهرم التحليلي للمهمة)**

عن طريق المقابلة والملاحظة يتم رسم الهرم التحليلي للمهمة في ورقة مسودة من الحجم الكبير(A3) قبل البدأ في إنجاز المهمة وتستمر العملية أثناء وبعد إنجاز المهمة.

- **الخطوة الثانية: (وصف واجهة مستخدم برنامج الأوتوكاد)**

يتم وصف واجهة المستخدم وما تحتويه من تقنيات وتوجيهات كما يتم التقاط صور بواسطة أداة التصوير (FastStone) لشريط الأدوات، قوائم الأزرار (الأوامر)، مكان تموقع القوائم، اللافتات التوجيهية التي توجه وتحث المستخدم أثناء إنجازه للمهمة، مجالات كتابة الأوامر (Labels)، قوائم الأوامر التي تظهر عند كتابة الحروف الأولى للأمر.

- **الخطوة الثالثة: (تسجيل الفيديو بواسطة أداة** (FastStone))

عند الانطلاق في إنجاز المهمة يتم تشغيل البرنامج لتسجيل كل ما يحدث على شاشة الكمبيوتر.

- **الخطوة الرابعة: (تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة** NASA-TLX)

عند انتهاء مستخدم البرنامج من إنجاز المهمة أو انتهاء المدة الزمنية المحددة في حالة كانت المهمة تتطلب ساعات كثيرة يتم توقيف تسجيل الفيديو بواسطة البرنامج المذكور ويتم حفظه في ذاكرة (Flashdisk)، ثم مباشرة يتم تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة.

- **الخطوة الخامسة: (تحليل البيانات والملاحظات المسجلة في الفيديو والورق)**

يتم مشاهدة الفيديو المسجل ببطء ويتم من خلاله:

- تسجيل في جدول(التحليل الجدولي للمهمة) كل الإجراءات التي يقوم بها المستخدم ويقابلها العمليات أو طريقة إجرائها في عمود مقابل أو الحركات التي يقوم بها.

- تصنيف العمليات في جداول إلى عمليات عضلية وعمليات عقلية مفترضة ويتم حساب تكرارات لكل عملية مصنفة.
- تصنيف في جدول مختلف: العمود الأول يصنف فيه المعايير الأرغونومية المذكورة في الجانب النظري وفي العمودالثاني يوجد فيه التقنيات والإجراءات الموضحة لها وفي العمود الثالث أهدافها أو أدوارها.

- **الخطوة السادسة:**

تحديد العوامل التي يمكن ان تكون سبب في ارتفاع الثقل الفكري لدى مستخدم البرنامج وذلك بتحديد العمليات العضلية التي لها تكرارات أكبر، والعمليات التي تتطلب قدرات عقلية.

- **الخطوة السابعة:** (المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج ودورها في خفض الثقل الفكري للمستخدم).

يتم في جدول الكشف عن التقنيات والإجراءات المتوفرة في البرنامج وتصنيفها حسب المعايير الأرغونومية المذكورة في الجانب النظري(الفصل الثاني) ثم إبراز دورها في الحماية من الخطأ والتقليل من الثقل الفكري.

- **الخطوة الثامنة:** (مقارنة بين نتائج التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل البيانات)

إجراء مقارنة بين نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة ونتائج تحليل البيانات من خلال الفيديو والتحليل الهرمي للمهمة، وذلك باستخدام منحنيات بيانية للمتطلبات المذكورة سابقاً.

- **الخطوة التاسعة:** مقارنة بين أفراد العينة من حيث:

أ- حجم المهمة وذلك بالرجوع إلى التحليل الهرمي للمهمة لكل فرد من أفراد العينة.

ب-تكرارات العمليات العضلية والعقلية عند كل فرد.

ج-طرق إجراء وتنفيذ الأوامر والعمليات لكل فرد.

د- نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة(NASA-TLX) لكل فرد.

هـ-المعايير الأرغونومية المتمثلة في مختلف التقنيات والإجراءات المتوفرة أو المستخدمة عند كل فرد.

الفصل السادس

عرض وتحليل ومناقشة النتائج

1-عرض وتحليل النتائج:

سيعرض الباحث نتائج الدراسة لكل مستخدم وفق الترتيب التالي:

أولاً: عرض نتائج التحليل الهرمي للمهمة.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم.

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة لحركات وإجراءات المستخدم وأعضاء الجسم المستعملة.

رابعاً: نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX)

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

ثامناً: مقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل البيانات من خلال الفيديو.

تاسعاً: مقارنة بين أفراد العينة من حيث مصادر الثقل الفكري ومن حيث طريقة إنجاز المهمة والمعايير الأرغونومية المتوفرة.

1-1-الحالة الأولى :

تم إتباع الخطوات التالية لدراسة حالة المستخدم الأول:

أولاً: التحليل الهرمي للمهمة.

1-الهدف الرئيسي للمهمة: رسم تخطيط أرضي ثنائي الأبعاد (2D) لمبنى.

2-الأهداف الفرعية الجزئية للمهمة:

أ- رسم محيط المبنى.

ب- تقسيم المبنى إلى أجزاء.

ج- تعديل الأجزاء.

د-مضاعفة خطوط المحاور.

هـ- مسح الأجزاء الزائدة.

و-رسم أسهم المسافات.

3-قراءة نتائج التحليل الهرمي للمهمة.

من خلال التحليل الهرمي نلاحظ أن الأهداف التي تحتوي على عمليات أكثر هي:

1- تقسيم أجزاء المبنى من الداخل حيث يقوم المستخدم بنسخ الخطوط العمودية والأفقية إلى الداخل ولأن المسافات بين خطوط الأجزاء مختلفة تتطلب تحديد المسافة عند نسخ كل خط.

2- الهدف الفرعي الخامس: نسخ المربع إلى مناطق تقاطع خطوط المحاور حيث يتطلب تحريك إلى 13 منطقة والتركيز على مركز التقاطع في كل مرة.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم.

أ- لون خلفية الشاشة سوداء كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01).

ب-توجد قائمة أزرار (22زر) لتعديل الأشكال الهندسية بأقصى يمين نافذة البرنامج كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01).

ج–توجد قائمة أزرار (20زر) لرسم الأشكال الهندسية بأقصى يسار نافذة البرنامج كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (02).

د– يوجد شريط الأدوات في أعلى نافذة البرنامج كماهو موضح بالملاحق في الصورة (03).

هـ–توجد البوصلة لتحديد الاتجاه ولتغير المنظر من ثنائي الأبعاد إلى ثلاثي الأبعاد كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (07) والصورة رقم (08).

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة:

من خلال ملاحظة الحركات التي يقوم بها والأعضاء التي يستعملها وما يقابلها من عمليات على شاشة الكمبيوتر توصل الباحث إلى النتائج التالية:

الجدول رقم (12): نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الأول

الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج	العمليات المنفذة على شاشة الكمبيوتر
1–حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك الفأرة	1–تحريك مؤشر الفأرة
2–النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	2–النقر على الزر أو شكل أو خط.
3–النقر بالأصابع على لوحة المفاتيح	3–كتابة الأرقام والحروف
4–إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة معينة	4–عند تحريك أو نقل أو مسح شكل أو خط.
5–حركات العين إلى أقصى يسار النافذة	5–عند استعمال الأزرار في القائمة في أقصى اليسار
6–حركات العين إلى أقصى يمين النافذة	6–عند استعمال الأزرار في القائمة في أقصى اليمين
7–تحريك العين مع تحريك الفأرة باليد	7–تتبع حركات مؤشر الفأرة.
8–تحريك العين والرأس إلى لوحة المفاتيح	8–رقن الأرقام والحروف

رابعاً: نتائج تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA–TLX).

بعد الإنتهاء من إنجاز المهمة تم تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة وذلك بتقديم سلاليم التحصيل كما هو موضح في الشكل رقم(04)، ثم بعد ذلك تقديم جدول التقديرات كما هو موضح في الجدول رقم (05).

وكانت النتائج في جدول التحصيل العام لمصادر الثقل الفكري كما يلي:

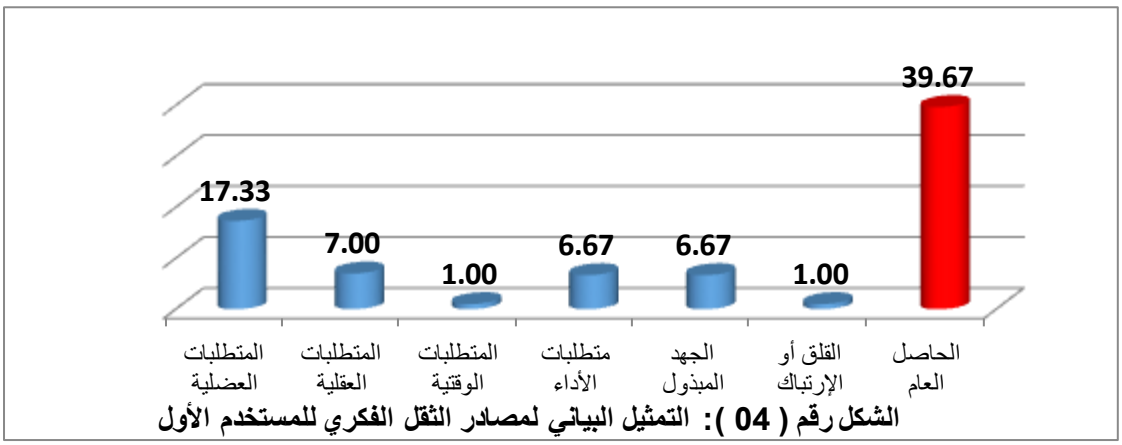
الجدول رقم (13): جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الأول

المتطلبات	التحصيل	الترجيح	(التحصيلx الترجيح) /15
المتطلبات العضلية	65	4	17,33
المتطلبات العقلية	35	3	7,00
المتطلبات الوقتية	15	1	1,00
متطلبات الأداء	50	2	6,67
الجهد العقلي والعضلي المبذول	50	2	6,67
القلق أو عدم الرغبة في العمل	5	3	1,00
الحاصل العام	220	15	39,67

- قراءة نتائج الجدول رقم (13):

بعد تحصيل المستخدم للمتطلبات الستة وبعد الترجيح بين المتطلبات تم تدوين النتائج في الجدول رقم (12)،ومن خلال هذا الجدول نلاحظ أن المستخدم الأول يقدر أن المتطلبات العضلية هي المصدر الأول للثقل الفكري ثم متطلبات الأداء والجهد العقلي والعضلي المبذول، وعند ضرب التحصيل في الترجيح ثم قسمة الناتج على 15 نلاحظ أن المتطلبات العضلية تمثل الناتج الأعلى بكثير مقارنة مع المتطلبات الأخرى حيث تقدر بـ 17.33، وهذا ناتج على أن المستخدم كان يشعر أنه يقوم بحركات لليد والعين أكثر من عمليات عقلية مثل التذكر أو الإدراك أما حالات القلق فلم تكن كثيرة ولم يقدر المستخدم حالات كثيرة، وكان الحاصل العام للثقل الفكري هو 39.67.

يمكن تمثيل نتائج الجدول في أعمدة بيانية لملاحظة الفرق بين المتطلبات الستة لأبعاد الثقل الفكري كما هو موضح في الشكل أسفله.



الشكل رقم (04): التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم الأول

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

من خلال الفيديو تم حساب تكرار العمليات العضلية وتصنيف وحساب تكرارات العمليات العقلية المفترضة وكانت النتائج كما يلي:

1- المتطلبات العضلية:

1-1-حساب تكرارات العمليات: بعد تحليل الفيديو ببطء تحليلاً دقيقاً وبالاستعانة بنتائج الملاحظة المقننة لحركات المستخدم تم إحصاء تكرارات العمليات وتصنيفها في الجدول التالي:

الجدول رقم (14): تكرارات العمليات العضلية للمستخدم الأول.

الحركات (المتطلبات العضلية)	التكرارات
حركات اليد اليمنى عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة	158
النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	89
إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط بالسبابة لمدة زمنية.	58
الرقن بالسبابة لكتابة الأرقام	13
الرقن بالأصابع على لوحة المفاتيح لكتابة الحروف	13
حركات العين إلى حدود النافذة (أقصى اليمين، اليسار ، الأعلى)	25
تتبع حركات مؤشر الفأرة بالعين	158
النظر إلى لوحة المفاتيح حركات العين والرأس إلى الأسفل	26

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن الحركات الأكثر تكرارا هي حركات اليد مع مؤشر الفأرة وكذلك حركات العين مع مؤشر الفأرة أي تتبع حركات المؤشر بحوالي 158 لكل منهما، لأن أكثر الإجراءات التي يقوم بها المستخدم هي: رسم الخطوط، تحريك الخطوط تحريك الأشكال، نسخ الخطوط، مسح وحدث قطع مستقيمة.

كذلك نلاحظ تحريك العين إلى حدود نافذة البرنامج (إلى اليمين، اليسار، الأعلى) وذلك عند استعمال قوائم الأزرار الموجودة في يمين ويسار النافذة وفي شريط الأدوات في أعلى النافذة، أما حركات الالتفات إلى لوحة المفاتيح عند كتابة الأوامر والأرقام فكانت 26 مرة.

2-المتطلبات العقلية:

2-1-تصنيف العمليات العقلية: من خلال تحليل البيانات والملاحظات أثناء مشاهدة الفيديو، يمكن تصنيف أو يفترض الباحث أن المستخدم يقوم بالعمليات المصنفة في الجدول التالي:

الجدول رقم (15): تصنيف العمليات العقلية للمستخدم الأول

العمليات العقلية المفترضة	الإجراءات والعمليات	التكرارات
إدراك الرموز والأشكال:		
توجد قائمة أزرار لتعديل الأشكال بيمين النافذة، يوجد بها 22 زر، كما هي موضحة في الملاحق الصورة رقم (01)	يستغرق المستخدم أحياناً بعض الوقت للتمييز بين الرموز على الأزرار، تذكر صوري (متطلبات عقلية)	26
توجد قائمة أزرار لرسم مختلف الأشكال الهندسية في يسار النافذة، يوجد بها 20زر، كما هي موضحة في الملاحق الصورة رقم (02)	لم يستعمل المستخدم إلى زر رباعي الأبعاد في أعلى القائمة، لا توجد متطلبات عقلية كبيرة للتمييز بين الرموز.	
توجد قائمة أزرار في أسفل النافذة لتحديد طريقة الرسم مثل تحديد الرسم بالخطوط الأفقية والعمودية عند استخدام زر الزاوية القائمة.	لا يحتاج المستخدم هذه الأزرار أثناء أداء المهمة، ولكن يستخدمها في تعديل منهجية العمل قبل البدء في المهمة (معيار المرونة)	
تذكر الكلمات (الأوامر)		
عند كتابة كلمة لأمر ما تظهر قائمة أوامر تبدأ بنفس الحرف ثم ترتب حسب الحرف الثاني ثم الثالث (الترتيب الأبجدي للأوامر) عند تكرار كتابة نفس الكلمة فإنها تظهر عند كتابة الحرف الأول ليقوم المستخدم بالنقر على زر Entreفقط، أو تظهر الكلمة في أعلى قائمة الأوامر.	لم يكتب المستخدم إلا كلمة décaler في معظم الوقت فلا يتطلب تذكر الكلمات، ولم يستخدم الأزرار كثيراً والتي تحتوي على كلمات ما عدا بعض الأزرار. البرنامج يساعد على تقليص كتابة الحروف فقط يحتاج لكتابة الحرف الأول ثم الضغط على زر الإدخال (التقليص من الحركات)	13
تذكر الأرقام (المسافات)		
توجد مسافات مختلفة بين الخطوط (أجزاء المستطيل أو الخطوط المضاعفة للجدران أو الأبعاد.	يحتاج المستخدم إلى معلومات خارج برنامج الكمبيوتر أو يمكن تذكر المسافات بناءاً على معطيات سابقة. (متطلبات عقلية)	13
التمييز بين الألوان		

تظهر نافذة لاختيار الألوان حيث يوجد تدرج في الألوان من الفاتح إلى العاتم.	خلفية الشاشة سوداء والمستخدم يحتاج إلى اختيار الألوان التي تتناسق مع خلفية الشاشة	
قراءة الجمل والكلمات		
تظهر لا فتة تذكر بتحديد المواضيع أو بتحديد المسافات (توجيه وحث المستخدم)	المستخدم لا يحتاج لقراءة الجملة كاملة فمثلاً عند ما تظهر لا فتة تذكر بتحديد الخط للنسخ فقط يمكن للمستخدم قراءة سريعة للكلمة الأولى وهي «sélectionner»أما في حالة التذكير بتحديد المسافة فتبدأ الجملة بكلمة «spécifier» ومن ثم يدرك معنى الجملة.	

2-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان العمليات العقلية التي يكررها المستخدم عدة مرات هي إدراك وتذكر معاني الرموز والأشكال الموجودة على الأزرار والأيقونات والتي ترمز إلى وظائف معينة حيث قُدرت التكرارات بـ 26 تكرار، كذلك تذكر الأرقام والتي تمثل المسافات بين الخطوط والأطوال. اما تذكر الألوان فيحتاج المستخدم فقط للتمييز بين الخطوط وبين نافذة البرنامج السوداء لأنه يحتاج إلى ألوان تظهر على نافذة البرنامج السوداء، لا يحتاج المستخدم لقراءة الجمل كاملة في اللافتات التوجيهية لأنها فقد تطلب من المستخدم تحديد (Sélectionner)أو تخصيص (Spécifier).

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري لدى المستخدم الأول.

من خلال تصنيف العمليات والعقلية وحسب تكرارات العمليات يمكن استنتاج الأسباب التالية:

- حسب الدراسات السابقة فإن حركات العين لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري، وهنا المستخدم يقوم بتحريك العين إلى أقصى اليمين وأقصى اليسار باتجاه قوائم الأزرار الموجودة هناك.
- حركات العين المتكررة مع حركات مؤشر الفأرة حيث يتعقب المستخدم حركات مؤشر الفأرة وهذه العمليات هي (حركات العين الأفقية والعمودية، تثبيت العين على مكان ما، التركيز على موقع او شكل لفترة معينة، الخ) وحسب ما تم التطرق إليه في الجانب النظري فإنه يكون لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري.

- إدراك معاني الرموز والأشكال: يحتاج المستخدم إلى التمييز بين الأشكال والرموز المتقاربة وهنا يتطلب من المستخدم تذكر صوري.
- المستخدم ينظر إلى لوحة المفاتيح نظراً لقلة الخبرة في الرقن، يمكن ان يكون له تأثير على ارتفاع الثقل الفكري.
- الحركات المتكررة التي يقوم بها المستخدم من خلال تحريك اليد والأصابع يكون لها تأثير في ارتفاع عبء العمل.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال الملاحظة والمقابلة ومن خلال قائمة المراجعة (check List) يتم الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد"Autocad" ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الأول حسب ما هو مذكور في الجدول أسفله:

الجدول رقم (16): المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الأول

التقنيات المتوفرة	المعايير الأرغونومية	دورها وهدفها
توجد قائمة أزرار لتعديل الأشكال الهندسية بأقصى يمين نافذة البرنامج. وتوجد قائمة في يسار النافذة لرسم الأشكال الهندسية.	-التمييز بين العناصر على أساس الأداء والشكل. والتموقع. -الحماية من الخطأ.	تساعد الأزرار على التقليص من كتابة الأوامر، كذلك حين يحتاج المستخدم إلى تعديل الشكل فالأزرار متجمعة مع بعضها في الجهة اليمنى وإذا احتاج إلى رسم شكل فيتجه إلى القائمة في اليسار مما يحميه من ارتكاب الأخطاء
على الأزرار توجد رموز وأشكال تدل على الوظيفة عند وضع مؤشر الفأرة تظهر لافتة تبين اسم الوظيفة وتشرحها	-معاني الرموز	عندما لا يتمكن المستخدم من معرفة دور الزر ولا يعرف معنى الرمز عليه يضع مؤشر الفأرة على الزر لتظهر لافتة تشرح دور الزر.
يوجد زر الزاوية القائمة أو الحادة في مجموعة أزرار أسفل النافذة	-المرونة -الحماية من الخطأ	عندما يستعمل المستخدم زر الزاوية القائمة فإنه لا يحتاج إلى التركيز على الزاوية لرسم خط أفقي أو عمودي فقط يحرك أفقيا أو عموديا ليتشكل فقط خط عمودي أو أفقي مما

		يقلل من التركيز ويقلل من ارتكاب الأخطاء
عند كتابة الأوامر تظهر قائمة أوامر التي تبدأ بنفس الحروف الأولى، عند تكرار نفس الكلمة تظهر أكثر من مرتين تظهر الكلمة مباشرة.	-التوجيه والحث -التقليص واجراءات الحد الأدنى -التجميع والتمييز بين العناصر على أساس الشكل	تسمى هذه العملية بفن الاستذكار تساعد المستخدم على تذكر الكلمات، تجميع الأوامر على أساس الترتيب الأبجدي يساعد المستخدم على تذكر المر الذي يريده.
تظهر لافتة تذكر بتحديد الموضوع او الشكل الذي سيطبق عليه الأمر وتذكر بتحديد المسافة، - تظهر اللافتة في مكان الرسم بالقرب من مؤشر الفأرة	-الحث والتوجيه. -الاتساق.	تساعد المستخدم على تذكر الإجراء القادم (تتبع الإجراءات) تظهر اللافتة في موقع مهم يمكن للمستخدم أن ينتبه لها
المستخدم له الخيارات بين استخدام الأزرار أو كتابة الأوامر مباشرة في رقعة كتابة الأوامر.	المرونة التقليص	تساهم هذه الخيارات في التقليل من الحركات وتقلل من الثقل الفكري للمستخدم.
عند تحديد خط للتحويل أو النسخ وبالنقر عليه يظهر بشكل متقطع	الحث والتوجيه الحماية من الخطأ	تساعد على معرفة الإجراء تحميه من ارتكاب الأخطاء بعدم النقر على خط اخر
خلفية نافذة البرنامج سوداء	معيار الوضوح	لون الخلفية الأسود والرسم باللون الأبيض يساهم في وضوح أكثر ويقلل من الإشعاعات المنبثقة من شاشة الكمبيوتر.

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نستخلص دور المعايير الأرغونومية في خفض الثقل الفكري وذلك:

- التقليل من كتابة الأوامر ولأن المستخدم ليست له خبرة أو مهارة في الرقن وينظر إلى لوحة المفاتيح عند الكتابة فهذا يقلل من حركات أكثر من تحريك المؤشر إلى يمين ويسار النافذة.

- المستخدم لم يكتب إلى امر واحد وهو «décaler» والكمبيوتر يساعد على تذكر الكلمة عند إعادة كتابتها.
- المستخدم لا يحتاج إلى التركيز أكثر لرسم خط أفقي بـ زاوية0 ° أو عمودي بـ زاوية90° وذلك لأنه يستعمل زر الزاوية القائمة مع انطلاق المهمة.
- لم يستعمل الكثير من الأزرار والتي استعملها تقع في أعلى قائمة الأزرار فلا يحتاج إلى تركيز أكثر للتمييز بين الأزرار.
- خلفية نافذة البرنامج سوداء وهذا ما يقلل من الإشعاعات المنبثقة من الشاشة مما يساعد على راحة العين ووضوح الرسم أكثر.
- الرسم الخطوط باللون الأبيض المعاكس للون النافذة السوداء مما يساعد على التركيز أكثر.

ثامناً: المقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل البيانات من خلال الفيديو.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة ونتائج تحليل الفيديو والتحليل الهرمي للمهمة نلاحظ أن المستخدم كان يقدر أن المتطلبات العضلية هي مصدر الثقل الفكري، بحيث كان الحاصل هو 17.33 وهو أكبر تقدير من بين المتطلبات الستة لها سبب أكبر في ارتفاع الثقل الفكري لأن المستخدم كان يشعر أنه يقوم بحركات كثيرة لرسم مخطط المبنى (رسم خطوط، نسخ، تحريك الخطوط والشكل، مسح وحذف قطع، الخ).

أما من ناحية تحليل البيانات للفيديو فنلاحظ ان تحريك مؤشر الفأرة يمثل أكبر العمليات تكراراً أثناء إنجاز المهمة بحوالي (158) ويرافق هذه العملية النقر بالسبابة على الزر الأيسر (89) وإبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة زمنية (58) وتتبع مؤشر الفأرة بالعين (158) وبالتالي فالعمليات العضلية هي الأكثر تكراراً، وهذا ما يدل على صحة التقدير الذاتي للمستخدم.

1-2-الحالة الثانية :

تم إتباع الخطوات التالية لدراسة حالة المستخدم الثاني:

أولاً: التحليل الهرمي للمهمة:

1-الهدف الرئيسي للمهمة: رسم تخطيط ثلاثي الأبعاد (3D)

2-الأهداف الفرعية الجزئية:

أ- رسم الجدران.

ب-رسم الباب.

ج-رسم النافذة.

د- رسم الرفوف السفلية.

هـ-رسم البلاطة.

و- رسم الرفوف العلوية.

3-قراءة نتائج التحليل الهرمي للمهمة:

من خلال التحليل الهرمي للمهمة نلاحظ ان الأهداف التي تحتوي على عمليات ومراحل أكثر هي:

رسم الجدران يتطلب عمليات كثيرة ومتنوعة لأن المسافات مختلفة، ثم رسم الرفوف السفلية تتطلب الكثير من العمليات مقارنة بالرفوف العلوية التي تتطلب رسم جهة فقط ثم تناظر الجهة الأخرى للحصول على الرفوف في الجهة اليمنى.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم.

أ- لون خلفية الشاشة أسود عند مجال رسم الشكل كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01) .

ب-يوجد مجال لكتابة الأوامر والمسافات في أسفل النافذة كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (04).

ج–تظهر عبارات توجه وتحث المستخدم على الإجراءات القادمة في أسف نافذة البرنامج كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (04).

د– يوجد شريط الأدوات في أعلى النافذة كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (03).

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة.

من خلال الملاحظة المقننة لحركات المستخدم وللأعضاء التي يستعملها في حركاته وللإجراءات التي تحدث عقب هذه الحركات يمكن أن نلخص في الجدول التالي ما يلي:

الجدول رقم (17): نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الثاني

الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج	العمليات المنفذة على شاشة الكمبيوتر
1–حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك الفأرة	1–تحريك مؤشر الفأرة
2–النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	2–النقر على الزر أو شكل أو خط.
3–النقر بالأصابع على لوحة المفاتيح	3–كتابة الأرقام والحروف
4–إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة معينة	4–عند تحريك أو نقل أو مسح شكل أو خط.
5–حركات العين إلى أسفل النافذة	5–عند كتابة الأوامر أو تحديد المسافة أو قراءة التوجيهات في الحيز أسفل النافذة.
6–تحريك العين مع تحريك مؤشر الفأرة باليد	6–تتبع حركات مؤشر الفأرة.
7–تحريك العين إلى أعلى النافذة	7–عند استعمال شريط الأدوات في أعلى النافذة.

رابعاً: نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة(NASA–TLX).

بعد الإنتهاء من إنجاز المهمة تم تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة وذلك بتقديم سلاليم التحصيل كما هو موضح في الشكل رقم(04)، ثم بعد ذلك تقديم جدول التقديرات كما هو موضح في الجدول رقم (05).

الجدول رقم (18): جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الثاني.

المتطلبات	التحصيل	الترجيح	(التحصيلx الترجيح) /15
المتطلبات العضلية	65	4	17,33
المتطلبات العقلية	45	3	9,00
المتطلبات الوقتية	35	1	2,33
متطلبات الأداء	50	2	6,67
الجهد العقلي والعضلي المبذول	50	2	6,67
القلق أو عدم الرغبة في العمل	30	3	6,00
الحاصل العام	275	15	48,00

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن: المستخدم الثاني يقدر أن المتطلبات العضلية التي كان ناتج الثقل الفكري هو 17.33هي سبب ارتفاع الثقل الفكري لديه خلال إنجاز المهمة ثم المتطلبات العقلية بـ 9.00، أما متطلبات الوقت فلم يكن التقدير مرتفع بسبب أن المستخدم لم يكن يشعر بضغط الوقت أو لم تكن تهمه سرعة الإنجاز والحاصل العام للثقل الفكري يقدر بـ 48.00.

الشكل رقم (05): التمثيل البياني مصادر الثقل الفكري للمستخدم الثاني.

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

من خلال الفيديو تم حساب تكرار العمليات العضلية وتصنيف وحساب تكرارات العمليات العقلية المفترضة وكانت النتائج كما يلي:

1-المتطلبات العضلية:

1-1-حساب تكرارات العمليات:

بعد تحليل الفيديو ببطء تحليلاً دقيقاً وبالاستعانة بنتائج الملاحظة المقننة لحركات المستخدم تم إحصاء تكرارات العمليات وتصنيفها في الجدول التالي:

الجدول رقم(19): العمليات العضلية للمستخدم الثاني

الحركات (المتطلبات العضلية)	التكرارات
حركات اليد اليمنى عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة	78
النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	76
إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط بالسبابة لمدة زمنية.	48
حركات العين إلى أسفل النافذة	26
حركات العين إلى أعلى النافذة	06
تتبع حركات مؤشر الفأرة بالعين	86
النظر إلى لوحة المفاتيح حركات العين والرأس إلى الأسفل	14

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن حركات العين هي الأكثر تكراراً حيث تم إحصاء حوالي 86 تكرار لحركات العين مع مؤشر الفأرة و26 لحركات العين إلى أسف النافذة و06 إلى أعلى النافذة و14 بتحريك العين إلى لوحة المفاتيح أي بمجموع 132، وهي تمثل أكثر الحركات، أما بالنسبة لليد فنلاحظ تحريك مؤشر الفأرة هي أكثر الحركات تكراراً بـ78 مع النقر بالسبابة 76 تكرار.

2-المتطلبات العقلية:

من خلال تحليل البيانات والملاحظات أثناء مشاهدة الفيديو، يمكن تصنيف أو يفترض الباحث أن المستخدم يقوم بالعمليات المصنفة في الجدول التالي:

الجدول رقم (20): تصنيف العمليات العقلية للمستخدم الثاني

العمليات العقلية المفترضة	الإجراءات والعمليات	التكرارات
إدراك الرموز والأشكال:		
يستعمل المستخدم قائمة الطبقات'calques' للتمييز بين الطبقات من حيث الاسم ولون وسمك الخطوط. كما يستعمل رمز المصباح لإخفاء الطبقات من الشكل أو إعادة إظهارها.	يقوم الباحث بقراءة اسم الطبقات وقراءة الخصائص وإدراك الأوان في نافذة خيارات الألوان لاختيار لون كل طبقة.	08
تذكر الكلمات (الأوامر)		
يقوم المستخدم بكتابة ستة أوامر خلال إنجاز المهمة وهذه الكلمات هي: Polyligne, décaler, soustraire, subordonnée, rectangle, PEDIT	يحتاج المستخدم لتذكر الحروف الأولى للكلمة لتظهر قائمة أوامر تبدأ بنفس الحرف ومن ثم يختار الأمر الذي يريده.	26
تذكر الأرقام (المسافات)		
يحدد المستخدم المسافات: بين المحيط الداخلي والخارجي، ارتفاع جدران الرفوف، عرض الرفوف، أبعاد الباب والنافذة، أبعاد أبواب الرفوف، الخ.	المسافات مختلفة يحتاج المستخدم لحفظ المسافات لتذكرها وتميزيها عن بعضها.	21
التمييز بين الألوان		
توجد ثماني طبقات تختلف في لون الخطوط فما بينهم	يقوم المستخدم باختيار الألوان لتمييز الخطوط عن بعضها وكذلك لتكون تعكس لون الخلفية السوداء.	08
قراءة الجمل والكلمات		
توجد أزرار مكتوب عليها وظيفة الزر وعند فتح قائمة ما توجد الأوامر مكتوبة.	يحتاج المستخدم لقراءة الكلمات على الأزرار قبل النقر عليها وكذلك عند	34

	كتابة الأوامر تظهر قوائم للأوامر يحتاج لقراءة بعضها ثم اختيار الأمر المطلوب.	

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن العمليات الأكثر تكراراً هي: قراءة الكلمات والجمل إذ أن المستخدم يستعمل الأوامر المكتوبة بدلاً من الرموز إذ نلاحظ التكرارات تمثل 34 تكرار، ثم نلاحظ في المرتبة الثانية هو تذكر الكلمات إذ يحتاج المستخدم لتذكر الكلمة أو الأمر الذي يريد تنفيذه حيث نلاحظ التكرار يمثل 26 تكرار، وفي المرتبة الثالثة نلاحظ تذكر الأرقام نظراً لاختلاف المسافات في عدة مرات، فتمثل التكرارات بحوالي 26 تكرار.

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري لدى المستخدم الثاني.

من خلال تصنيف العمليات والعقلية وحسب تكرارات العمليات يمكن تلخيص الأسباب التالية:

- حركات العين المتكررة حيث يتعقب المستخدم حركات مؤشر الفأرة وهذه العمليات هي (حركات العين الأفقية والعمودية، التركيز على موقع او شكل لفترة معينة، الخ) وحسب ما تم التطرق إليه في الجانب النظري للبحث فإنه يكون لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري لمستخدم البرنامج.
- الحركات المتكررة التي يقوم بها المستخدم من خلال تحريك اليد والأصابع يكون لها تأثير في ارتفاع عبء العمل.
- تذكر الأوامر المطلوب تنفيذها إذ تكررت العملية 26 مرة وهذا يتطلب التركيز لاختيار الأمر المناسب واتخاذ القرارات.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال الملاحظة والمقابلة ومن خلال قائمة المراجعة (check List) يتم الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد"Autocad" ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثاني حسب ما هو مذكور في الجدول أسفله:

الجدول رقم (21): المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثاني.

التقنيات المتوفرة	المعايير الأرغونومية	دورها وهدفها
يوجد فقط شريط الأدوات في أعلى النافذة يحتوي على خصائص الطبقات"Calques "	-كثافة المعلومات. -الحماية من الخطأ.	اخفاء الأزرار والأيقونات التي لا يحتاجها مستخدم البرنامج تساعد على التركيز والتقليل من الخطأ لأن كثرة الأزرار تربك المستخدم وتجعله يركز على الزر المطلوب وقد يرتكب أخطاء.
يوجد حقل لكتابة الأوامر وتحديد المسافات يتم الكتابة فيه مباشرة عند استخدام لوحة المفاتيح دون النقر داخل الحقل. كما تظهر عبارات وأرقام توجيهية في الحقل.	-التقليص -الاتساق	عندما يستخدم المستخدم لوحة المفاتيح مباشرة بدون النقر في الحل هذا يساعد على تقليص الحركات.
المستخدم يعتمد على كتابة الأوامر بدلاً من النقر على الأزرار.	-المرونة -خبرة المستخدم	المستخدم تتوفر له الخيارات بين كتابة الأوامر او النقر على الأزرار.
توجد بوصلة في أعلى يمين النافذة يمكن من خلالها توجيه وتحديد اتجاهات الرسم كما يمكن تحويل الشكل من 2D إلى 3D	-التحكم الصريح. -المرونة.	يمكن تحريك الشكل حسب الاتجاه الذي يريده المستخدم.
استعمال أمر " poly ligne" لتصبح مجموعة خطوط متناسقة	-التقليص. -إجراءات الحد الأدنى.	يمكن تمديد أو تحريك أو تطبيق نفس الخصائص على مجموعة خطوط عند رسم الخطوط بأمر"Polyligne".
استعمال أمر"PEDIT" لإدماج الخطوط والأشكال.	-التقليص. -إجراءات الحد الأدنى.	باستخدام هذا الأمر يمكن إدماج خطوط مع بعضها ليتم تطبيق عليها نفس الخصائص مثل التمديد أو النسخ او التحريك.
استعمال أمر "Subordonnée"	-التقليص. -الحد الأدنى للإجراءات	مثلاً يمكن إدماج النافذة في الجدران لتصبح لها نفس سمك الجدران عند استعمال هذا الأمر.
استعمال أمر "décaler"	-الحد الأدنى للإجراءات	يمكن تمديد او نسخ شكل أو مجموعة من

		الخطوط دفعة واحدة للحصول على شكل منسوخ.
عند كتابة الحروف الأولى لأمر ما تظهر الكلمة ليتم التأكيد فقط.	-الحث. -التقليص	استعمال فن الاستذكار عند كتابة الحروف الأولى للأمر وعند تكرار كتابة نفس الكلمة عدة مرات.
استخدام لوحة المفاتيح مباشرة لكتابة الأوامر وتحديد المسافة بدون النقر في مجال كتابة الأوامر أسف النافذة	-التقليص.	يقلل من حركات اليد عند تحريك مؤشر الفأرة والتركيز على مكان النقر.

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ دور المعايير الأرغونومية في خفض الثقل الفكري وذلك:

- تطبيق إجراءات مثل التمديد أو النسخ على مجموعة خطوط بعملية واحدة وهذا يساعد المستخدم على التقليل من العمليات العضلية (حركات اليد، العين، السبابة) عند تطبيق الإجراءات على جميع الخطوط.
- يساعد فن الاستذكار على تذكر الكلمات المطلوب كتابتها كما يساعد على خفض رقن الحروف بحيث عند تكرار كتابة أمر ما تظهر الكلمة آلياً عند كتابة الحرف الأول ليقوم المستخدم فقط بالضغط على مفتاح الإدخال (Enter).
- المستخدم يستطيع التمييز بين المهام أو الأهداف الفرعية من خلال تخصيص لون وسمك الخط وذلك باستعمال قائمة الطبقات"calques". مما يساعده على التركيز أكثر وتجنب ارتكاب الأخطاء كما يمكنه إخفاء الطبقة او الطبقات والاحتفاظ فقط بالطبقة التي يرسمها وهذا يقلل من عبء التركيز.
- يمكن للمستخدم إدماج شكل مع الشكل العام لتصبح له نفس المواصفات مثلاً عند استخدام أمر "subordonnée" تصبح للنافذة نفس سمك الجدران.
- بدلاً من رسم شكل مماثل أو نظير فقط يستعمل أمر "décaler" ثم يسحب الشكل إلى المكان المطلوب الرسم فيه مما يختصر الكثير من العمليات التي تتطلب حركات اليد والعين.

ثامناً: المقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل البيانات من خلال الفيديو.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة ونتائج تحليل الفيديو والتحليل الهرمي للمهمة نلاحظ أن المستخدم كان يقدر أن المتطلبات العضلية هي مصدر الثقل الفكري بالنسبة إليه وذلك لأنه ربما كان يشعر انه يقوم بالكثير من حركات اليد والسبابة والتركيز على الشكل وتحريك النظر مع الحركات على النافذة ولذا كان الحاصل العام للمتطلبات العضلية هو 17.33 ثم المتطلبات العقلية بـ 9.00 أما المتطلبات الأخرى فكانت متقاربة لأنه لم يكن يشعر بضغط الوقت وكذلك لم يشعر أنه يبذل جهد عضلي وعقلي كبير لإنجاز مهامه وهذا يكون راجع ربما للخبرة، أما من خلال تحليل البيانات المتحصل عليها من تحليل الفيديو وكذلك من خلال الملاحظة المقننة لحركات المستخدم وللأعضاء التي يستعملها في حركاته، فنلاحظ أن حركات اليد تمثل الأكثر تكراراً حوالي78 تكرار و76 بالنسبة للنقر بالسبابة وكذلك بالنسبة لحركات العين حوالي 86 لتتبع حركات مؤشر الفأرة و32 حركات إلى أعلى وأسفل النافذة، أما بالنسبة للعمليات العقلية المفترضة فنلاحظ أن قراءة واختيار الكلمات من خلال اختيار الأوامر من القوائم تقدر بحوالي 34 تكرار ثم تليها عملية إعطاء الأوامر من خلال كتابة كلمات يتذكر دورها عند الحاجة وهي ستة كلمات فتقدر بحوالي 26 يليها تذكر الأرقام لتحديد المسافات المختلفة بـ21 تكرار.

من هنا نلاحظ أن تكرارات العمليات العضلية أكبر من العمليات العقلية فحسب الدراسات السابقة في الجانب النظري فإن حركات العين المتكررة لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري وبتالي يمكن أن يكون سبب ارتفاع الثقل الفكري هو تتبع الحركات المتكررة على شاشة الكمبيوتر.

1-3-الحالة الثالثة :

تم إتباع الخطوات التالية لدراسة حالة المستخدم الثالث:

أولاً: التحليل الهرمي للمهمة.

1-الهدف الرئيسي: رسم تخطيط أرضي(2D) لمنزل.

2-الأهداف الفرعية الجزئية:

أ) تحديد خصائص الطبقات "calques".

ب) رسم المحاور "Axes".

ج) رسم الأعمدة "Poteaux".

د) رسم الجدران "Murs".

هـ) رسم خشب الأبواب والنوافذ "Boiserie".

و) تحديد القيم "cotation".

ز) رسم الخطوط المتشابكة "hachures".

ح) تسمية المواضيع "textes".

3-**قراءة نتائج التحليل الهرمي للمهمة.**

من خلال التحليل الهرمي نلاحظ أن الأهداف التي تحتوي على عمليات أكثر هي:

الهدف الأول وهو تحديد خصائص الطبقات حيث يقوم المستخدم بتسمية الطبقات الثمانية وذلك باستعمال لوحة المفاتيح وتحريك مؤشر الفأرة ثم اختيار الألوان لكل طبقة وذلك بفتح نافذة الألوان واختيار يتميز عن نافذة البرنامج السوداء وألوان الطبقات الأخرى ثم تحديد سمك الخطوط، ثم هدف الثالث وهو رسم الأعمدة وذلك بسبب تحريك المربع إلى 14 منطقة تقاطع لنسخه، الهدف الخامس وهو رسم الجدران من خلال التوصيل بين مستطيلات الأعمدة.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم.

من خلال الملاحظة المقننة يمكن وصف الواجهة او نافذة البرنامج:

أ- لون خلفية البرنامج سوداء كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01).

ب-توجد قائمتان متجاورتان في أقصى يسار النافذة واحدة تحتوي على أزرار لرسم الأشكال الهندسية والثانية لتعديل الأشكال كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (09).

ج- توجد مجموعة أزرار في شريط الأدوات أعلى النافذة كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (03).

د- عند كتابة الأوامر أو الأرقام تظهر في حقل أسفل النافذة كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (04).

هـ-تظهر العبارات التوجيهية للمستخدم في الحقل أسفل النافذة.

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة.

من خلال الملاحظة المقننة لحركات المستخدم والأعضاء التي يستعملها في عملياته وكذلك ملاحظة ما يحدث على شاشة الكمبيوتر توصل الباحث إلى النتائج التالية:

الجدول رقم (22): نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الثالث

الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج	العمليات المنفذة على شاشة الكمبيوتر
1-حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك الفأرة	1-تحريك مؤشر الفأرة
2-النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	2-النقر على الزر أو شكل أو خط.
3-النقر بالأصابع على لوحة المفاتيح	3-كتابة الأرقام والحروف
4-إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة معينة	4-عند تحريك أو نقل أو مسح شكل أو خط.
5-حركات العين إلى أسفل النافذة	5-عند كتابة الأوامر أو تحديد المسافة أو قراءة التوجيهات في الحيز أسفل النافذة.
6-حركة العين إلى أقصى يسار النافذة.	6-استعمال قوائم الأزرار الموجودة في أقصى اليسار.
7-تحريك العين مع تحريك مؤشر الفأرة باليد	7-تتبع حركات مؤشر الفأرة.
8-تحريك العين إلى أعلى النافذة	8-عند استعمال شريط الأدوات في أعلى النافذة.

رابعاً: نتائج تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX).

بعد الإنتهاء من إنجاز المهمة تم تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة وذلك بتقديم سلاليم التحصيل كما هو موضح في الشكل رقم(04)، ثم بعد ذلك تقديم جدول التقديرات كما هو موضح في الجدول رقم (05).

وكانت النتائج كما يلي:

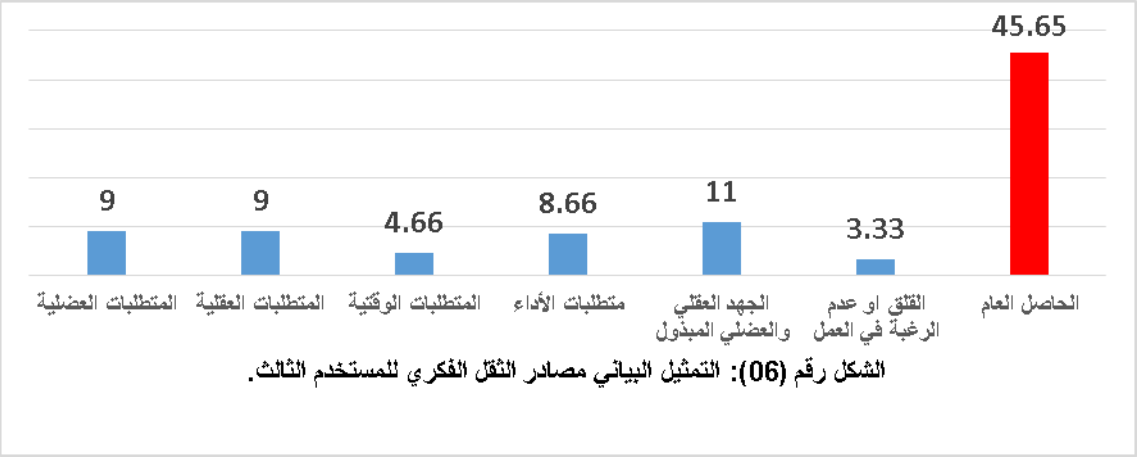
الجدول رقم (23): جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الثالث

المتطلبات	التحصيل	الترجيح	(التحصيلx الترجيح) /15
المتطلبات العضلية	45	3	9
المتطلبات العقلية	45	3	9
المتطلبات الوقتية	35	2	4.66
متطلبات الأداء	65	2	8.66
الجهد العقلي والعضلي المبذول	55	3	11
القلق أو عدم الرغبة في العمل	25	2	3.33
الحاصل العام	270	15	45.65

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان المستخدم الثالث يقدر أن المصدر الأول للثقل الفكري هو متطلب الجهد العقلي والعضلي المبذول بتقدير 11 ثم يأتي المصدر الثاني وهو المتطلبات العضلية والمتطلبات العقلية بـ تقدير9 لكل متطلب، أما متطلب الارتباك والقلق فيأتي في المرتبة الأخيرة بتقدير ضعيف جداً 3.33 أي أن المستخدم لم يشعر كثيراً بحالات القلق أو الارتباك وكذلك بالنسبة لمتطلب الوقت بتقدير 4.66 هذا يعني ان المستخدم لم يكن يشعر بضغط الوقت.

يمكن تمثيل حواصل المتطلبات الستة والناتج العام للثقل الفكري في أعمدة بيانية للتوضيح أكثر للفرق بين مصادر الثقل الفكري.



الشكل رقم (06): التمثيل البياني مصادر الثقل الفكري للمستخدم الثالث.

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

من خلال الفيديو تم حساب تكرار العمليات العضلية وتصنيف وحساب تكرارات العمليات العقلية المفترضة وكانت النتائج كما يلي:

1-المتطلبات العضلية:

1-1- حساب تكرارات العمليات:

بعد تحليل الفيديو ببطء تحليلاً دقيقاً وبالاستعانة بنتائج الملاحظة المقننة لحركات المستخدم تم إحصاء تكرارات العمليات وتصنيفها في الجدول التالي:

الجدول رقم(24): العمليات العضلية للمستخدم الثالث.

الحركات (المتطلبات العضلية)	التكرارات
حركات اليد اليمنى عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة	123
النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	117
إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط بالسبابة لمدة زمنية.	43
الرقن بالأصابع على لوحة المفاتيح	17
حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة	172
تحريك العين إلى أسفل النافذة	17
تحريك العين والرأس إلى لوحة المفاتيح	18

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن المستخدم يقوم بتحريك مؤشر الفأرة كثيراً بحوالي 117 تكرار وهذا راجع إلى عمليات رسم الخطوط وتحريك الخطوط والأشكال ومسح القطع إلى جانب تحويل المؤشر لاستعمال الأزرار وشريط الأدوات في أعلى ويسار الشاشة، هذه الحركات تصاحبها حركات العين لتتبع مؤشر الفأرة حيث يمكن تقدير حركات العين بحركات اليد بـ 172 تكرار، كذلك المستخدم يستعمل كثيراً السبابة للرقن على الزر الأيسر للفأرة عند النقر على الأزرار والخطوط أو عند إبقاء الزر مضغوط للتحويل أو مسح الخطوط.

من خلال الجدول يمكن أن نقول إن أغلب العمليات العضلية هي عمليات تحريك اليد عند الساعد والمعصم لتحريك مؤشر الفأرة يصاحبها حركات العين لتتبع مؤشر الفأرة وحسب الدراسات السابقة في الجانب النظري فإن الحركات الأفقية والعمودية للعين إلى جانب تثبيت العين لمدة زمنية يمكن ان يكون أحد العوامل المسببة للثقل الفكري لمستخدم الكمبيوتر.

2-المتطلبات العقلية:

2-1-حساب تكرارات العمليات:

من خلال تحليل البيانات والملاحظات أثناء مشاهدة الفيديو، يمكن تصنيف أو يفترض الباحث أن المستخدم يقوم بالعمليات المصنفة في الجدول التالي:

الجدول رقم (25): تصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الثالث

العمليات العقلية المفترضة	الإجراءات والعمليات	التكرارات
إدراك الرموز والأشكال:		
المستخدم كان يستعمل 7 أزرار عليها رموز وهي: زر الزاوية القائمة، زر التحويل، زر قطعة مستقيمة، زر إضافة طبقة(+)، زر الممحاة، زر النسخ المتعدد، زر تناظر شكل.	يحتاج المستخدم لإدراك معاني الرموز لمعرفة وظيفة الزر كما أن الأزرار مجمعة في قائمة أزرار فالمستخدم يحتاج للتمييز بين الرموز.	21
تذكر الكلمات (الأوامر)		
يقوم المستخدم بكتابة 8 كلمات وهي تسمية لطبقات "calques "	يحتاج المستخدم لتذكر معنى الكلمات في مراحل إنجاز المهمة	8
تذكر الأرقام (المسافات)		

يحدد المستخدم المسافات: بين المحيط الداخلي والخارجي، طول وعرض المستطيلات، سمك الخطوط	المسافات مختلفة يحتاج المستخدم لحفظ المسافات لتذكرها وتميزيها عن بعضها.	17
التمييز بين الألوان		
توجد ثماني طبقات تختلف في لون الخطوط فما بينهم	يقوم المستخدم باختيار الألوان لتمييز الخطوط عن بعضها وكذلك لتكون تعكس لون الخلفية السوداء.	08
قراءة الجمل والكلمات		
تظهر عبارات توجيهية في حقل أسفل النافذة	يحتاج المستخدم أحيانا لقراءة العبارات التي توجهه للمراحل أو الخطوات المقبلة أو لتذكره.	

-قراءة نتائج الجدول:

لا يوجد تكرارات كثيرة على العموم ولكن يمكن ان نقول ان العمليات العقلية المفترة الأكثر تكراراً تتمثل في إدراك رموز الأزرار بـ 21 تكرار وتذكر الأرقام لتحديد المسافات بـ 17 تكرار.

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري لدى المستخدم الثالث.

من خلال تصنيف العمليات والعقلية وحسب تكرارات العمليات يمكن تلخيص الأسباب التالية:

- حركات العين المتكررة حيث يتعقب المستخدم حركات مؤشر الفأرة وهذه العمليات هي (حركات العين الأفقية والعمودية، التركيز على موقع او شكل لفترة معينة، الخ) وحسب ما تم التطرق إليه في الجانب للبحث فإنه يكون لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري.
- الحركات المتكررة التي يقوم بها المستخدم من خلال تحريك اليد والأصابع يكون لها تأثير في ارتفاع عبء العمل.
- الإدراك المتكرر لرموز الأزرار حيث كل مرة يحتاج المستخدم لمعرفة وظيفة الزر من خلال الرمز على الزر وكذلك يحتاج إلى التركيز للتمييز بين رموز الأزرار الموجود في القائمة.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال الملاحظة والمقابلة ومن خلال قائمة المراجعة (check List) يتم الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد"Autocad" ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثالث حسب ما هو مذكور في الجدول أسفله:

الجدول رقم (26): المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثالث.

التقنيات المتوفرة	المعايير الأرغونومية	دورها وهدفها
يوجد شريط الأدوات في أعلى النافذة يحتوي على خصائص الطبقات"Calques "	–التمييز بين العناصر على أساس الشكل. –الحماية من الخطأ.	التمييز بين الطبقات يسمح للمستخدم بالتمييز بين مراحل إنجاز المهمة حيث يمكن التمييز بين الطبقات"calques" من حيث لون الخطوط كما يمكن إخفاء أجزاء من الشكل ثم إظهارها عند الحاجة. هذا يساعد على الحماية من الأخطاء والتركيز عند تعقد الشكل أو الرسم.
استعمال الأزرار لتطبيق الأوامر حيث توجد قائمتان للأزرار واحدة لرسم مختلف الأشكال الهندسية والأخرى لتعديل الشكل مثل المسح او التغيير.	–التمييز/التجميع بين العناصر على أساس الأداء. –التقليص.	–استعمال الأزرار يغني المستخدم عن كتابة الأوامر في حالة ما لم يستطيع تذكر الكلمات وهذا يقلل من عملية التذكر. –
زر الزاوية القائمة	الحماية من الخطأ التقليص من الإجراءات	عند استعمال هذا الزر فإن البرنامج يسمح فقط برسم خط أفقي او عمودي أي لا يمكن رسم خط مائل ولا يرتكب المستخدم أخطاء ولا يحتاج إلى لتركيز أكثر حتى يحصل على زاوية قائمة وبالتالي التقليل من الثقل الفكري.
أمر "Milieu" للحصول على منتصف القطعة المستقيمة	–الحماية من الخطأ. –التقليص من الإجراءات	عندما يريد المستخدم النقر على منتصف القطعة المستقيمة يتطلب ذلك تركيز لتحديد المنتصف بالعين ولكن بهذه الخاصية يتحدد المنتصف تلقائياً
إخفاء أجزاء من الشكل عن طريق	–كثافة المعلومات	عندما يتعقد الشكل أو التخطيط يصعب على

استعمال قائمة الطبقات والنقر على رمز المصباح	–الحماية من الخطأ –المرونة	المستخدم التركيز والتمييز بين الأشكال والخطوط هذا ما يؤدي على ارتكاب الكثير من الأخطاء وحالات الارتباك ولكن عند إخفاء الأجزاء التي لا يحتاجها مؤقتاً يمكنه التركيز فقط على الجزء الذي يشتغل فيه.

–قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن المعايير الأرغونومية لها دور في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الثالث وذلك بسبب ان المستخدم يقوم بتجزئة مراحل الشكل إلى طبقات"calques" بهذه الخاصية يمكن إظهار فقط مرحلة أو جزء من الشكل الذي ينجزه ثم بعد الانتهاء يمكن إخفاءه حتى لا تختلط عليه الأشكال والخطوط كما يمكن تمييز الأجزاء من خلال تلوين الخطوط تصنف هذه الخصائص في معايير التمييز والتجميع بين العناصر على أساس الشكل وكذلك معيار الحماية من الخطأ.

كما ان المستخدم يستعمل الأزرار لتنفيذ الأوامر وهذا يقلل من حركات الرقن وكذلك في حالة صعوبة تذكر مفردات الأوامر.

ترتيب الأزرار حسب الأهمية في قائمة الأوامر، هذه الخاصية تصنف في معيار المرونة حيث يمكن للمستخدم ترتيب وتصنيف وكذلك إخفاء أو إظهار الزر حسب الحاجة.

ثامناً: مقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل الفيديو المسجل.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة نلاحظ ان المستخدم الثالث كان يقدر أن متطلبات الجهد العقلي والعضلي المبذول بتقدير 11هو المصدر الأول للثقل الفكري وهذا يعني أنه كان يشعر بأنه يبذل جهد كبير لإنجاز المهمة ثم في المرتبة الثانية نلاحظ ان المصدر هو المتطلبات العضلية والمتطلبات العقلية بتقدير 9 لكل منهما ومن خلال تحليل بيانات الفيديو المسجل وملاحظة أن حركات اليد لتحريك مؤشر الفأرة عند رسم الشكل وهذا ما ينتج عنه حركات اليد المختلفة والتي لها تأثير في إرتفاع الثقل الفكري حسب الدراسات السابقة، فإنه يمكننا تأكيد صحة التقدير الذاتي للمستخدم الثالث.

1-4-الحالة الرابعة :

تم إتباع الخطوات التالية لدراسة حالة المستخدم الرابع:

أولاً: التحليل الهرمي للمهمة.

1-الهدف الرئيسي: رسم ثلاثي الأبعاد"3D" لتخطيط منزل.

2-الأهداف الثانوية:

أ- رسم قاعدة المنزل.

ب-رسم الجدران.

ج-رسم أرضية المنزل.

د- رسم النوافذ.

هـ-رسم الباب.

و- رسم السطح.

3-قراءة نتائج التحليل الهرمي للمهمة.

من خلال التحليل الهرمي للمهمة نلاحظ ان عملية رسم المحيط الخارجي تتطلب عمليات أكبر نظراً لأن المحيط يحتوي على ستة أضلاع مختلفة في الطول بحيث يحتاج إلى تحديد الطول 6 مرات. كما أن المستخدم لم يدمج خطوط المحيط الخارجي ثم استعمال أمر التحويل"décaler" لتشكيل المحيط الداخلي بحركة واحدة حيث قام بنسخ كل خط من خطوط المحيط على لوحده.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم.

من خلال الملاحظة المقننة يمكن وصف الواجهة او نافذة البرنامج:

أ- لون خلفية البرنامج سوداء كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01).

ب-لا يوجد قوائم أزرار على النافذة.

ج-تكتب الأوامر في رقعة الكتابة"Label" تظهر بالنقر في الفراغ كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (11).

د- تظهر لافتات توجه وتحث المستخدم عن الإجراءات المطلوب اتخاذها والخطوات المقبلة.

هـ-تظهر لافتة تُظهر الزاوية والمسافة عند رسم الخطوط كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (12).

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة. من خلال ملاحظة حركات المستخدم وأعضاء الجسم التي يستعملها أثناء إنجاز المهمة يمكن تلخيص الملاحظات في الجدول التالي.

الجدول رقم (27): نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الرابع.

الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج	العمليات المنفذة على شاشة الكمبيوتر
1-حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك الفأرة	1-تحريك مؤشر الفأرة
2-النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	2-النقر على الزر أو شكل أو خط.
3-النقر بالأصابع على لوحة المفاتيح	3-كتابة الأرقام والحروف
4-إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة معينة	4-عند تحريك أو نقل أو مسح شكل أو خط.
5-تحريك العين مع تحريك مؤشر الفأرة باليد	7-تتبع حركات مؤشر الفأرة.

رابعاً: نتائج تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX).

بعد تحصيل المستخدم للمتطلبات الستة وكذلك الترجيح بين نفس المتطلبات تم تدوين النتائج في الجدول أسفله ومن خلال هذا الجدول نلاحظ أن:

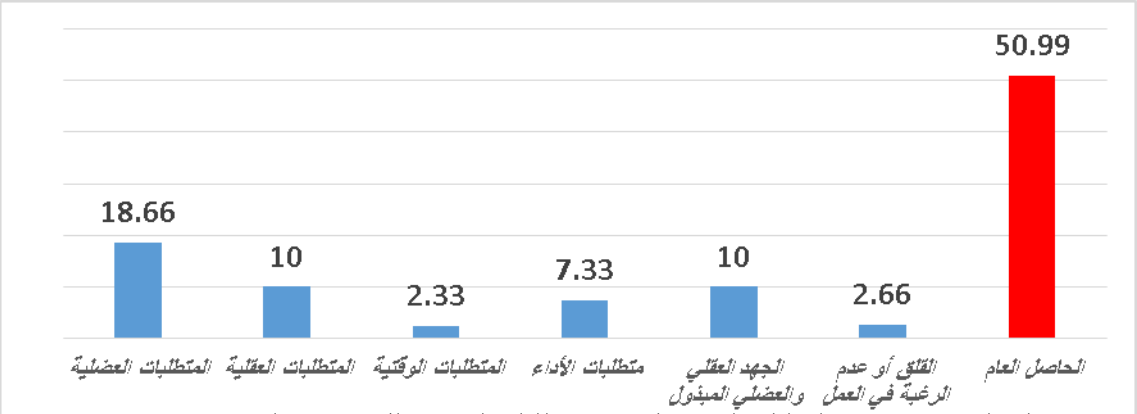
الجدول رقم (28): جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الرابع.

المتطلبات	التحصيل	الترجيح	(التحصيلx الترجيح) /15
المتطلبات العضلية	70	4	18.66
المتطلبات العقلية	50	3	10
المتطلبات الوقتية	35	1	2.33
متطلبات الأداء	55	2	7.33
الجهد العقلي والعضلي المبذول	50	3	10
القلق أو عدم الرغبة في العمل	20	2	2.66
الحاصل العام	280	15	50.99

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان المستخدم الرابع يقدر أن المتطلبات العضلية هي المصدر الأول للثقل الفكري حيث أن ناتج يقدر بـ18.66 إذ أنه يشعر أنه كان يقوم بحركات كثيرة وهي مصدر الثقل الفكري ثم المتطلبات العقلية والجهد العقلي والعضلي المبذول في المرتبة الثانية من حيث ناتج التقدير بـ10 أما بالنسبة لمتطلب الوقت فيأتي في المرتبة الخيرة بتقدير 2.33 إذ أن المستخدم لا يرى أنه لا يشعر بضغط الوقت وليس للوقت أي عامل في ارتفاع الثقل الفكري ثم كذلك متطلب الارتباك والقلق بتقدير 2.66 أي ان المستخدم لم يشعر بحالات قلق او ارتباك كثيرة أثناء إنجازه للمهمة وذلك يمكن ان يكون راجع إلى خبرة المستخدم في استعمال البرنامج.

يمكن تصنيف المتطلبات الستة في تمثيل بياني:



الشكل رقم (07):التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم الرابع

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

من خلال الفيديو تم حساب تكرار العمليات العضلية وتصنيف وحساب تكرارات العمليات العقلية المفترضة وكانت النتائج كما يلي:

1-المتطلبات العضلية:

1-1-حساب تكرارات العمليات:

بعد تحليل الفيديو ببطء تحليلاً دقيقاً وبالاستعانة بنتائج الملاحظة المقننة لحركات المستخدم تم إحصاء تكرارات العمليات وتصنيفها في الجدول التالي:

الجدول رقم(29): العمليات العضلية للمستخدم الرابع.

الحركات (المتطلبات العضلية)	التكرارات
حركات اليد اليمنى عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة	134
النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	151
إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط بالسبابة لمدة زمنية.	87
الرقن بالأصابع على لوحة المفاتيح	43
حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة	134

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ أن المستخدم يقوم بتحريك مؤشر الفأرة كثيراً بحوالي 134 تكرار وهذا راجع إلى عمليات رسم الخطوط وتحريكها وكذلك الأشكال وكذلك حركات السبابة عند النقر في الفراغ أو النقر على الخطوط والأشكال، هذه الحركات تصاحبها حركات العين لتتبع مؤشر الفأرة حيث يمكن تقدير حركات العين بحركات اليد بـ 134تكرار.

المستخدم لا يوجه نظره على لوحة المفاتيح أثناء رقن الكلمات وهذا راجع إلى الخبرة وهذا يقلل من المتطلبات العضلية.

2-المتطلبات العقلية:

2-1-حساب تكرارات العمليات:

من خلال تحليل البيانات والملاحظات أثناء مشاهدة الفيديو، يمكن تصنيف أو يفترض الباحث أن المستخدم يقوم بالعمليات العقلية المصنفة في الجدول التالي:

الجدول رقم (30): تصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الرابع

العمليات العقلية المفترضة	الإجراءات والعمليات	التكرارات
إدراك الرموز والأشكال:		
لا يستعمل المستخدم الأزرار لتنفيذ الأوامر		00
تذكر الكلمات (الأوامر)		
يقوم المستخدم بكتابة 7 أوامر بتكرارات مختلفة لكل أمر	يحتاج المستخدم لتذكر وإدراك معنى الكلمات في مراحل إنجاز المهمة	59

تذكر الأرقام (المسافات)		
يحدد المستخدم المسافات: بين المحيط الداخلي والخارجي، طول وعرض المستطيلات، السمك	المسافات مختلفة يحتاج المستخدم لحفظ المسافات لتذكرها وتميزيها عن بعضها.	15
التمييز بين الألوان		
توجد ثماني طبقات تختلف في لون الخطوط فما بينهم	يقوم المستخدم باختيار الألوان لتمييز الخطوط عن بعضها وكذلك لتكون تعكس لون الخلفية السوداء.	08
قراءة الجمل والكلمات		
تظهر عبارات توجيهية في لافتات تظهر تلقائياً في منطقة الرسم أو وضع مؤشر الفأرة	يحتاج المستخدم أحيانا لقراءة العبارات التي توجهه للمراحل أو الخطوات المقبلة أو لتذكره ولكن في الغالب يستطيع فقط تذكر معنى الجملة من خلال قراءة الكلمة الأولى.	

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان العمليات العقلية الأكثر تكراراً هي تذكر الكلمات عند كتابة الأوامر حيث قدرت التكرارات بـ 59 تكرار يقوم المستخدم بإعطاء أوامر مختلفة، يكرر استعمال 7 أوامر، كذلك يحتاج المستخدم إلى تذكر الأرقام لتحديد المسافات المختلفة حيث نلاحظ تكرار تذكر الأرقام بحوالي 15تكرار، أما تذكر الرموز فلا يحتاج المستخدم لإدراك معنى الرموز لأنه لا يوجد أزرار يستعملها.

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري لدى المستخدم الرابع.

من خلال تصنيف العمليات والعقلية وحسب تكرارات العمليات يمكن تلخيص الأسباب التالية:

- حركات العين المتكررة حيث يتعقب المستخدم حركات مؤشر الفأرة وهذه العمليات هي (حركات العين الأفقية والعمودية، التركيز على موقع او شكل لفترة معينة، الخ) وحسب ما تم التطرق إليه في الجانب النظري للبحث، فإنه يكون لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري.
- التذكر المتكرر للأوامر المطلوب تنفيذها وكذلك تنوعها أو تعددها لأن المستخدم يحتاج لإدراك حالة وسبب تنفيذ الأمر.

- التذكر المتكرر للأرقام المختلفة.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال الملاحظة والمقابلة ومن خلال قائمة المراجعة (check List) يتم الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد"Autocad" ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الرابع حسب ما هو مذكور في الجدول أسفله:

الجدول رقم (31): المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الرابع.

التقنيات المتوفرة	المعايير الأرغونومية	دورها وهدفها
لا يوجد قوائم أزرار أو أيقونات في أي جهة من نافذة البرنامج. لا يظهر شريط الأدوات في أعلى النافذة. لا يوجد حقل لكتابة الأوامر والأرقام في أسفل النافذة.	– كثافة المعلومات. – المرونة.	المستخدم يكتب الأوامر ولا يحتاج إلى أزرار، إخفاء الأزرار والأيقونات يساعد المستخدم على التركيز أكثر على الرسم. يستطيع المستخدم التحكم في شكل النافذة وذلك بإخفاء شريط الأدوات والأزرار المختلفة حسب خبرته.
توجد البوصلة لتحديد الاتجاهات وجهة الشكل وكذلك لتحويل الشكل من ثنائي الأبعاد **2D**إلى ثلاثي الأبعاد**3D**	الحث. تحكم المستخدم.	تحث البوصلة المستخدم على الجهة التي من خلالها يلاحظ الشكل كما يمكنه تدوير الشكل لأي اتجاه يريد وهذا يساعد على الحد من ارتكاب الأخطاء.
تظهر لا فتات عند موضع مؤشر الفأرة أو في منطقة الرسم تحث المستخدم على الخطوات القادمة أو الأوامر المطلوب اتخاذها	– التوجيه – الحث – الاتساق – الحماية من الخطأ	هذه اللافتات تظهر في موقع استراتيجي يمكن للمستخدم ملاحظتها لأنها تتبع موضع مؤشر الفأرة وهذا ما يسمى بمعيار الاتساق، دورها تحث وتوجه المستخدم لاتخاذ الإجراءات المطلوب تنفيذها وهنا تساعده على التذكر وعدم الارتباك وارتكاب الأخطاء وبالتالي تقلل من الثقل الفكري.
استعمال أمر "polyligne" لا يحتاج لكتابة أمر رسم خط مستقيم في كل مرة، كما ان إجراءات مثل التمديد أو النسخ	– إجراءات الحد الأدنى – التقليص.	يساعد هذا المعيار على التقليل من تكرار العمليات والإجراءات المتشابهة مثل كتابة أمر خط مستقيم وبالتالي يقلل من الحركات والتركيز مما يؤدي إلى خفض الثقل الفكري.

تطبق على جميع الخطوط تارة واحدة.		
عند كتابة الحرف الأول للأمر تظهر قائمة أوامر تبدأ بنفس الحرف مرتبة ترتيب أبجدي	التجميع/التمييز العناصر على أساس الشكل (الترتيب الأبجدي)	يسمى هذا المعيار أو هذه الخاصية بفن الاستذكار (**mnémonique**)وهذا يقلل من الثقل الفكري للمستخدم.
عند تكرار نفس الكلمة تظهر مباشرة عند كتابة الحروف الأولى وما على المستخدم سوى الضغط على زر الإدخال "**Entre**"	– التقليص. – إجراءات الحد الأدنى	تقليص حركات الرقن بالأصابع قد يحتاج المستخدم إلى كتابة الحرف الأول فقط ثم يِكد وهذا يقلل من العمليات العضلية وتساعده على التذكر وبالتالي تقلل من الثقل الفكري.

–قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ دور المعايير الأرغونومية في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الرابع وذلك بالتقنيات والتصميمات التالية:

- كتابة الأوامر عند النقر في الفراغ تظهر بقعة"Label"لكتابة الأوامر في أي منطقة من نافذة البرنامج وهذا يقلل من حركات العين إلى حقل الكتابة في أسفل النافذة أو في مكان ثابت.
- فن الاستذكار "mnémonique" عند كتابة حرف او حرفين تظهر قائمة أوامر مرتبة ترتيباً أبجدياً تبدأ بنفس الحرف الأول وهذا يساعد المستخدم على تذكر الكلمة التي يريدها وبالتالي تقلل من العبء الذهني للمستخدم.
- عند تكرار نفس الكلمة تظهر الكلمة عند كتابة الحرف الأول ثم المستخدم ينقر على مفتاح الإدخال ليطبق الأمر أي المستخدم يضغط على زريين أو ثلاثة أزرار فقط وهذا يقلل من حركات العين والأصابع وبالتالي تقلل من الثقل الفكري.

من خلال هذه المعايير فإن المستخدم يتلقى مساعدة حسب خبرته في استخدام برنامج الأوتوكاد وبالتالي تبقى الأسباب الأخرى المسببة للثقل الفكري راجع إلى كثرة الحركات لرسم الخطوط والأشكال والتركيز على الشكل وخطواته ومراحله.

ثامناً: مقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل الفيديو المسجل.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة نلاخظ ان المستخدم كان يقد أن المصدر الأول للثقل الفكري هو المتطلبات العضلية بالدرجة الأولى بتقدير 18.66، وهذا يفسر ان المستخدم كان يشعر بأنه يقوم بالكثير من الحركات ثم من الدرجة الثانية يقدر أن مصدر الثقل الفكري هو الجهد العقلي والعضلي المبذول.

وبالرجوع إلى تحليل بيانات الفيديو نلاحظ ان تكرارات حركات اليد هي الأكبر ثم حركات السبابة هذه الحركات تنتج عنها حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة لرسم الأشكال وبالرجوع إلى الدراسات في الجانب النظري للبحث فإن حركات العين الأفقية لها تأثير في ارتفاع الثقل الفكري للمستخدم، من خلال هذه المقارنة يمكننا تأكيد صحة التقدير الذاتي للمستخدم الرابع.

1-5-الحالة الخامسة :

تم إتباع الخطوات التالية لدراسة حالة المستخدم الخامس:

أولاً: التحليل الهرمي للمهمة.

1-الهدف الرئيسي: رسم نموذج ثلاثي الأبعاد لمنزل.

2- الأهداف الثانوية:

أ-رسم المحيط الخارجي

ب-رسم النوافذ والأبواب.

ج-رسم البلاطة.

د-رسم ارتفاع الجدران.

هـ-رسم الأعمدة.

و- رسم الطابق العلوي.

3-قراءة للتحليل الهرمي للمهمة:

من خلال التحليل الهرمي للمهمة نلاحظ ان الأهداف التي تتطلب عمليات أكثر:

الهدف الأول وهو رسم المحيط الخارجي للمنزل بحيث يوجد 15 ضلع بأطوال مختلفة عن بعضها، فكان المستخدم كل مرة يحدد الطول ثم يرسم الضلع، ثم نسخ كل ضلع إلى الداخل للحصول على المحيط الداخلي بحيث يقوم بالنقر على زر التغيير "décaler"في كل مرة ثم يحدد مسافة التغيير.

الهدف الثاني الذي يتطلب عمليات كثيرة هو رسم النوافذ والأبواب ورسم اعمدة الأبواب والنوافذ بحيث يقوم برسم مستطيل 10 مرات.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم الخامس.

1- خلفية الشاشة سوداء كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01).

2- يوجد شريط الأدوات في أعلى النافذة فقط تظهر أدوات خصائص الطبقات"calques"، كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (05)

3- توجد قائمة ازرار لتعديل الشكل في أقصى يمين النافذة كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (01).

4- توجد قائمة أزرار لرسم الأشكال الهندسية في أقصى يسار النافذة كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (02).

5- توجد مجموعة ازرار في شريط أسفل النافذة لتعديل طريقة الرسم .

6- يوجد في أسفل النافذة حقل لكتابة الأوامر وتحديد المسافات ولعرض التوجيهات كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (04).

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة

من خلال الملاحظة المقننة لحركات المستخدم والأعضاء التي يستعملها في عملياته وكذلك ملاحظة ما يحدث على شاشة الكمبيوتر توصل الباحث إلى النتائج التالية:

الجدول رقم (32): نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم الخامس

الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج	**العمليات المنفذة على شاشة الكمبيوتر**
1-حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك الفأرة	1-تحريك مؤشر الفأرة بمسافات مختلفة للرسم واستعمال الأزرار.
2-النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	2-النقر على الزر أو شكل أو خط.
3-النقر بالأصابع على لوحة المفاتيح	3-كتابة الأرقام والحروف
4-إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة معينة	4-عند تحريك أو نقل أو مسح شكل أو خط.
5-حركات العين إلى أقصى يمين النافذة.	5-عند استعمال قائمة الأزرار في يمين النافذة.
6-حركة العين إلى أقصى يسار النافذة.	6-استعمال قوائم الأزرار الموجودة في أقصى اليسار.
7-تحريك العين مع تحريك مؤشر الفأرة باليد	7-تتبع حركات مؤشر الفأرة.
8-تحريك العين والرأس إلى لوحة المفاتيح	8-كتابة الكلمات والأرقام.

رابعاً: نتائج تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX).

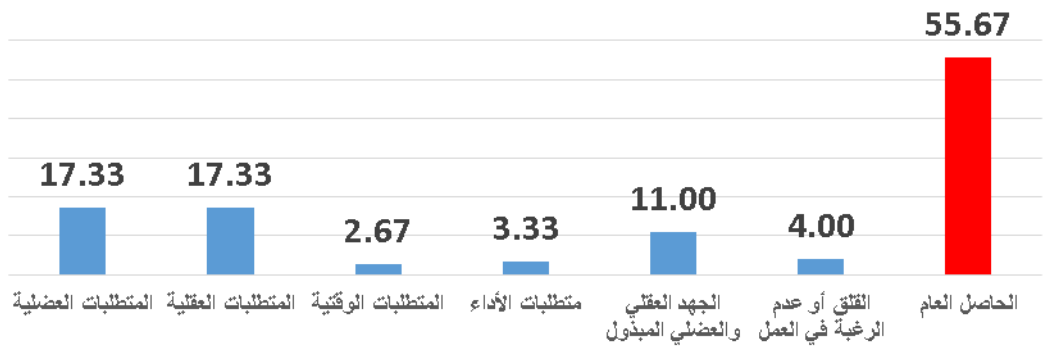
بعد تحصيل المستخدم للمتطلبات الستة وكذلك الترجيح بين نفس المتطلبات تم تدوين النتائج في الجدول أسفله ومن خلال هذا الجدول نلاحظ أن:

الجدول رقم (33): جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم الرابع.

المتطلبات	التحصيل	الترجيح	(التحصيلx الترجيح) /15
المتطلبات العضلية	65	4	17.33
المتطلبات العقلية	65	4	17.33
المتطلبات الوقتية	40	1	2.67
متطلبات الأداء	50	1	3.33
الجهد العقلي والعضلي المبذول	55	3	11.00
القلق أو عدم الرغبة في العمل	30	2	4.00
الحاصل العام	305	15	55.67

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول أعلاه نلاحظ ان المستخدم الخامس يقدر أن مصادر الثقل الفكري في المرتبة الأولى تعود إلى المتطلبات العضلية والعقلية بنفس التقدير بـ 17.33، لأن المستخدم يشعر أنه يقوم بحركات كثيرة لرسم وتحريك ونسخ الخطوط وهذا يتطلب تركيز أكبر لإدراك الشكل وتذكر خطواته ومراحله إلى جانب حركات العين المتكررة لتتبع حركات مؤشر الفأرة وهذا له تأثير على ارتفاع الثقل الفكري للمستخدم حسب الدراسات السابقة التي تؤكد أن حركات العين لها تأثير كبير في عبء العمل. كذلك نلاحظ في المرتبة الثانية متطلب الجهد العقلي العضلي بتقدير 11، هذا يدل على ان المستخدم كان يشعر أنه يبذل جهد عقلي وعضلي لإنجاز المهمة وهذا ربما ناتج عن تعقد الشكل، أما بالنسبة لمتطلب الوقت بتقدير 2.67 و متطلب الأداء بتقدير 3.33 والحالات التي كان يشعر فيها بحالات ارتباك وقلق بتقدير 4.00 فلم يقدرها المستخدم بتقديرات اكبر إذ أنه لم يكن يشعر بضغط الوقت أو بأن الأداء سبب في ارتفاع الثقل الفكري أو انه مطالب بإنجاز المهمة بأداء أفضل وكذلك لم يذكر أنه كان يشعر بحالات ارتباك أو قلق أثناء انجاز المهمة، يمكن تصنيف مصادر الثقل الفكري للمستخدم الخامس في التمثيل البياني رقم (09).



الشكل رقم (08): التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم الخامس

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

من خلال الفيديو تم حساب تكرار العمليات العضلية وتصنيف وحساب تكرارات العمليات العقلية المفترضة وكانت النتائج كما يلي:

1-المتطلبات العضلية:

1-1-حساب تكرارات العمليات:

بعد تحليل الفيديو ببطء تحليلاً دقيقاً وبالاستعانة بنتائج الملاحظة المقننة لحركات المستخدم تم إحصاء تكرارات العمليات وتصنيفها في الجدول التالي:

الجدول رقم(34): تكرارات العمليات العضلية للمستخدم الخامس

الحركات (المتطلبات العضلية)	التكرارات
حركات اليد اليمنى عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة	244
النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	260
إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط بالسبابة لمدة زمنية.	35
الرقن بالأصابع على لوحة المفاتيح	36
حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة.	244
تحريك العين إلى أقصى يمين النافذة.	15
تحريك العين إلى أقصى يسار النافذة.	17
تحريك العين إلى أعلى النافذة.	39

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان أكثر الحركات تكراراً هي حركات اليد عند المعصم والساعد وذلك لتحريك مؤشر الفأرة بحوالي 244 تكرار وكذلك النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة بحوالي 260، هذه الحركات يصاحبها حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة بنفس التقدير حوالي 244 لأن المسافات تكون من بين متوسطة إلى طويلة عند التحريك إلى حدود نافذة البرنامج.

-المتطلبات العقلية:

2-1-حساب تكرارات العمليات:

من خلال تحليل البيانات والملاحظات أثناء مشاهدة الفيديو، يمكن تصنيف أو يفترض الباحث أن المستخدم يقوم بالعمليات العقلية المصنفة في الجدول التالي:

الجدول رقم (35):تكرارات وتصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الخامس

العمليات العقلية المفترضة	الإجراءات والعمليات	التكرارات
إدراك الرموز والأشكال:		
توجد قائمتان واحدة في اليمين والأخرى في اليسار تحتوي على أزرار عليها رموز ترمز لوظيفة الزر.	المستخدم يحتاج لإدراك معنى الرمز وكذلك التمييز بين الأزرار من خلال هذه الرموز.	35
تذكر الكلمات (الأوامر)		
المستخدم لم يكن يكتب الأوامر أو أي كلمات ماعدا كلمة "Extension" لتمدي الشكل		
تذكر الأرقام (المسافات)		
يقوم المستخدم بتحديد أطوال الأضلاع وتحديد مسافة التباعد بين الخطوط	يحتاج إلى التمييز بين المسافات حسب مكان تطبيقها	23
التمييز بين الألوان		
لم يستعمل المستخدم الألوان	لا يحتاج إلى إدراك الألوان لأن الخلفية سوداء ورسم الخطوط باللون الأبيض.	
قراءة الجمل والكلمات		
تظهر عبارات توجيهية للمستخدم في حقل أسفل النافذة	موقع ظهور العبارات التوجيهية لا تساعد المستخدم لقراءتها فلا يعطيها اهتمام كبير.	

قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان المتطلبات العقلية المفترضة للمستخدم الخامس هي:

- إدراك الرموز الموجودة على الأزرار بتقدير 35 تكرار خلال المدة التي كان ينجز فيها المهمة وهذه الرموز تدل على وظائف الأزرار حيث توجد قائمة أزرار لتعديل الشكل في أقصى اليمين وقائمة أزرار لرسم الأشكال الهندسية في أقصى اليسار والمستخدم يحتاج لإدراك أي من القائمتان يحتاج وأي من الأزرار يضغط عليه في كل مرة ولذلك فهو يحتاج إلى عملية تذكر وإدراك للرمز وللمرحلة التي هو في إنجازها.
- تذكر الأرقام بتقدير 23 تكرار لتحديد المسافات المختلفة ومكان تحديدها حيث ان المسافات مختلفة في الكثير من الحالات مثل أطوال الأضلاع.

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري لدى المستخدم الخامس.

من خلال تصنيف العمليات والعقلية وحسب تكرارات العمليات يمكن تلخيص الأسباب التالية:

- حركات العين المتكررة لتتبع مؤشر الفأرة عند رسم الشكل.
- التركيز على أجزاء الشكل وإدراك مراحل وخطوات إنجاز المهمة حيث أن المستخدم يبقى على وعي بما يفعله.
- إدراك الرموز الموجودة على الأزرار.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال الملاحظة والمقابلة ومن خلال قائمة المراجعة (check List) يتم الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد"Autocad" ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الخامس حسب ما هو مذكور في الجدول أسفله:

الجدول رقم (36): المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم الخامس.

التقنيات المتوفرة	المعايير الأرغونومية	دورها وهدفها
توجد قائمتان واحدة تحتوي على أزرار لرسم الأشكال الهندسية في يسار النافذة والثانية لتعديل	-التجميع/التمييز بين العناصر على أساس الأداء.	تساعد المستخدم على التمييز بين رسم شكل او تعديل شكل لتقلل من الارتباك في اختيار الأزرار. المستخدم يستعمل الأزرار لإعطاء الأوامر بدلاً من

الأشكال في يسار النافذة		كتابتها وهذا يقلل من عمليات تذكر كلمات الكلمات أو عندما لا يعرف اسم الأمر الذي يريده وبالتالي هذا المعيار يقلل من الثقل الفكري.
شريط الأدوات في أعلى النافذة لا يحتوي على الكثير من الأدوات فقط أدوات تعديل خصائص الطبقات"**calques**" ، كما هو موضح بالملاحق في الصورة رقم (05)	-كثافة المعلومات -الحماية من الخطأ -المرونة	عندما يكون شريط الأدوات مليء بالأدوات والأزرار فإن المستخدم يرتبك او يستغرق وقت لإيجاد الزر الذي يريده وبالتالي هذا المعيار يقلل من الثقل الفكري للمستخدم. هنا المستخدم يمكنه إخفاء الأزرار التي لا يحتاجها في مهمته (المرونة).
تظهر الزاوية والمسافة في لافتات تتحرك مع مؤشر الفأرة	-التوجيه. -الحماية من الخطأ. -التحكم الصريح.	هذه التوجيهات تحث المستخدم على المعلومات الصحيحة فمثلاً الزاوية تبين أن الخط غير مائل في حالة رسم خط أفقي أو عمودي وهذا المعيار يقلل من ارتكاب الأخطاء كما أن المستخدم يمكنه تحديد المسافة بدون كتابتها من خلال تحريك الخط والتوقف عند المسافة المطلوبة التي تظهر في اللافتة
تكتب الأوامر مباشرة في حقل الكتابة أسفل النافذة بدون النقر بمؤشر الفأرة في مكان الكتابة	-إجراءات الحد الأدنى -التقليص	هذا المعيار يقلل من حركات اليد وحركات العين إلى أسفل النافذة ومنه يقلل من الثقل الفكري.

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان المعايير الأرغونومية المتوفرة في شكل تقنيات تساعد المستخدم في التقليل من الإجراءات والحركات وذلك بالطرق التالية:

- لأن المستخدم قد لا يتذكر مفردات الأوامر فبدلاً من كتابتها يستعمل فقط الأزرار (تذكر صوري) وكذلك لأنه لا توجد أوامر كثيرة، هذا المعيار هو معيار المرونة أي ان المستخدم له الخيار بين استعمال الأزرار لتنفيذ الإجراءات أو كتابة الأوامر.
- الأزرار التي يحتاجها المستخدم كثيراً وباستمرار توجد في أعلى قائمة الأزرار مثل زر رسم خط مستقيم هو أكثر الأزرار استعمالا وهو يوجد في أعلى القائمة، هذا المعيار يسمى التمييز والتجميع للعناصر على أساس الأداء وكذلك يمثل معيار المرونة لأن المستخدم يُسمح له بترتيب وإخفاء الأزرار حسب الحاجة.

- شريط الأدوات في أعلى النافذة يوجد فيه فقط أدوات تعديل الطبقات هذا المعيار تشترك فيه كل من معيار كثافة المعلومات ومعيار المرونة ومعيار الحماية من الخطأ وهنا المستخدم لا يحتاج إلى تركيز أكثر لاستعمال الزر المطلوب وهذا يقلل من ارتفاع الثقل الفكري.

ثامناً: مقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل الفيديو المسجل.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة نلاحظ أن المستخدم الخامس كان يقدر أن المصدر الأول للثقل الفكري هو المتطلبات العضلية والمتطلبات العقلية بنفس التقدير 17.33 ثم يأتي متطلب الجهد العقلي والعضلي المبذول في الدرجة الثانية بتقدير 11.00 وبالرجوع إلى تحليل بيانات الفيديو المسجل وحساب تكرارات العمليات العضلية والعقلية المفترضة نلاحظ أن حركات اليد للرسم بمؤشر الفأرة هي أكبر العمليات من حيث التكرارات أي العمليات التي من خلالها يتم رسم الأشكال وتعديلها ثم تأتي العمليات العقلية المفترضة من خلال إدراك معاني الرموز عند استعمال الأزرار وتذكر الأرقام عند تحديد المسافات في الدرجة الثانية.

ومنه يمكننا تاكيد صحة التقدير الذاتي للمستخدم الخامس.

1-6- الحالة السادسة :

تم إتباع الخطوات التالية لدراسة حالة المستخدم السادس:

أولاً: التحليل الهرمي للمهمة.

1- الهدف الرئيسي: رسم تخطيط منزل (منظر أمامي).

2- الأهداف الثانوية:

أ- رسم الجدار الأمامي.

ب-رسم السطح (الجهة الأمامية)

ج-رسم الشرفة.

د- رسم النافذة.

هـ-رسم الجهة اليمنى للمنزل.

3- قراءة نتائج التحليل الهرمي للمهمة:

من خلال التحليل الهرمي للمهمة نلاحظ ان الهدف الذي يتطلب عمليات كثيرة هو في المرتبة الأولى الهدف الثاني (رسم الجهة اليسرى للسطح) حيث يتطلب رسم خطوط مائلة متوازية تتقاطع مع الخطوط الأفقية بخطوط منحنية، كذلك يأتي في المرتبة الثانية الهدف الثالث وهو رسم الشرفة تحتاج إلى الكثير من رسومات للخطوط والمستطيلات.

ثانياً: وصف واجهة المستخدم السادس.

1- خلفية الشاشة سوداء .

2- يوجد في شريط الأدوات بأعلى النافذة من اليسار إلى اليمين: قائمة أزرار لرسم الأشكال الهندسية ثم قائمة لتعديل الأشكال ثم قائمة لتعديل خصائص الطبقات ثم أزرار مختلفة.

3- يوجد في أسفل النافذة حقل لإظهار التوجيهات والتعليمات للمستخدم.

4- يوجد في أسفل النافذة شريط لكتابة الأوامر وتحديد المسافات.

ثالثاً: نتائج الملاحظة المقننة.

من خلال الملاحظة المقننة لحركات المستخدم والأعضاء التي يستعملها في عملياته وكذلك ملاحظة ما يحدث على شاشة الكمبيوتر توصل الباحث إلى النتائج التالية:

الجدول رقم (37): نتائج الملاحظة المقننة للمستخدم السادس.

الحركات التي يقوم بها مستخدم البرنامج	العمليات المنفذة على شاشة الكمبيوتر
1-حركات اليد عند المعصم والساعد لتحريك الفأرة	1-تحريك مؤشر الفأرة بمسافات مختلفة للرسم واستعمال الأزرار.
2-النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة	2-النقر على الزر أو شكل أو خط.
3-إبقاء الزر الأيسر للفأرة مضغوط لمدة معينة	3-عند تحريك أو نقل أو مسح شكل أو خط.
4-حركات العين إلى أعلى النافذة	4-استعمال شريط الأدوات في أعلى النافذة.
5-تحريك العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة.	5-تتبع حركات مؤشر الفأرة عند الرسم واستعمال الأزرار.

-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن المستخدم السادس ومن خلال وصف واجهة المستخدم فإن الحركات التي يقوم بها في إطار إنجازه للمهمة رسم الشكل بتحريك مؤشر الفأرة وينتج عنه حركات العين المختلفة لتتبع مؤشر الفأرة وكذلك استعمال شريط الأدوات في أعلى النافذة وينتج عنه الحركات المتكررة للعين إلى أعلى النافذة.

رابعاً: نتائج تطبيق مقياس مؤشر عبء المهمة (NASA-TLX).

بعد تحصيل المستخدم للمتطلبات الستة وكذلك الترجيح بين نفس المتطلبات تم تدوين النتائج في الجدول أسفله ومن خلال هذا الجدول نلاحظ أن:

الجدول رقم (38): جدول مؤشر عبء المهمة للمستخدم السادس.

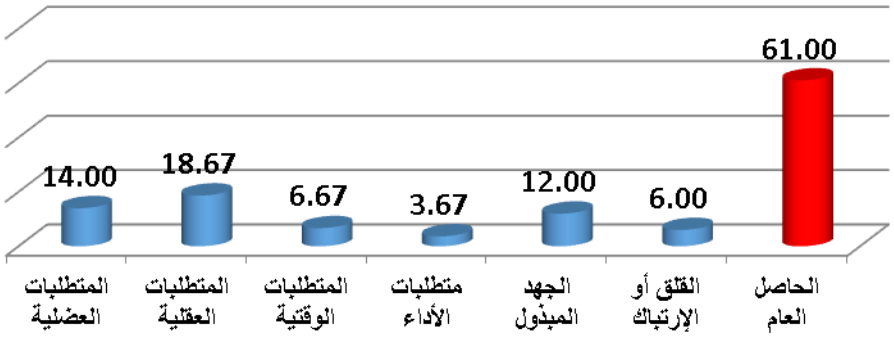
المتطلبات	التحصيل	الترجيح	(التحصيلx الترجيح) /15
المتطلبات العضلية	70	3	14,00
المتطلبات العقلية	65	4	18,67
المتطلبات الوقتية	50	2	6,67

متطلبات الأداء	55	1	3,67
الجهد العقلي والعضلي المبذول	60	3	12,00
القلق أو عدم الرغبة في العمل	45	2	6,00
الحاصل العام	350	15	61,00

-قراءة نتائج الجدول رقم (37):

من خلال الجدول نلاحظ ان المستخدم السادس قام بتقدير أن المتطلبات العقلية هي مصدر الثقل الفكري بالدرجة الأولى حيث كان ناتج الإجمالي للمصدر بتقدير 18.67 ثم في المرتبة الثانية المستخدم يقدر أن المصدر الثاني للثقل الفكري هو المتطلبات العضلية بتقدير 14 ثم في المرتبة الثالثة متطلبات الجهد العضلي والعقلي المبذول بتقدير 12 أما متطلبات الأداء ومتطلبات الوقت رغم انه التحصيل كان مرتفع بتقدير 55 و50 بالترتيب إلا أنه لم يرجحهما على المتطلبات الأخرى كمصدر للثقل الفكري وكذلك بالنسبة لمتطلب القلق وعدم الرغبة بالعمل وهذا ربما راجع إلى ان المستخدم لم يكن يشعر انه كان لديه ضغط الوقت لإنجاز المهمة او كان يشعر بحالات قلق وارتباك او عدم الرغبة في العمل كثيرة وكذلك لم يكن يقدر ان الأداء مطلوب بكثرة.

يمكن تمثيل مصادر الثقل الفكري في تمثيل بياني أسفله:



الشكل رقم (09): التمثيل البياني لمصادر الثقل الفكري للمستخدم السادس

خامساً: تحليل البيانات من خلال الفيديو المسجل.

من خلال الفيديو تم حساب تكرار العمليات العضلية وتصنيف وحساب تكرارات العمليات العقلية المفترضة وكانت النتائج كما يلي:

1-المتطلبات العضلية:

1-1-حساب تكرارات العمليات:

بعد تحليل الفيديو ببطء تحليلاً دقيقاً وبالاستعانة بنتائج الملاحظة المقننة لحركات المستخدم تم إحصاء تكرارات العمليات وتصنيفها في الجدول التالي:

الجدول رقم(39): العمليات العضلية للمستخدم السادس

الحركات (المتطلبات العضلية)	التكرارات
1-حركات اليد اليمنى عند المعصم والساعد لتحريك مؤشر الفأرة	232
2-النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة.	253
3-حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة.	232
4-حركات العين إلى أعلى النافذة.	63

1-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان أكثر الحركات تكراراً هي حركات اليد عند المعصم والساعد وذلك لتحريك مؤشر الفأرة بحوالي 232 تكرار وكذلك النقر بالسبابة على الزر الأيسر للفأرة بحوالي 253، هذه الحركات يصاحبها حركات العين لتتبع حركات مؤشر الفأرة بنفس التقدير حوالي 232 لأن المسافات تكون من بين متوسطة إلى طويلة عند التحريك إلى حدود نافذة البرنامج أما حركات العين إلى أعلى النافذة عند استعمال الأزرار الموجودة في شريط الأدوات فتقدر بحوالي 63 تكرار.

-المتطلبات العقلية:

2-1-حساب تكرارات العمليات:

من خلال تحليل البيانات والملاحظات أثناء مشاهدة الفيديو، يمكن تصنيف أو يفترض الباحث أن المستخدم يقوم بالعمليات العقلية المصنفة في الجدول التالي:

الجدول رقم (40): تصنيف العمليات العقلية المفترضة للمستخدم الخامس

العمليات العقلية المفترضة	الإجراءات والعمليات	التكرارات
إدراك الرموز والأشكال:		
يستعمل المستخدم شريط الأدوات الذي يحتوي على قوائم أزرار مجمعة حسب الأداء أو التشابه في الوظيفة: قائمة لرسم الأشكال الهندسية، قائمة لتعديل الأشكال، قائمة لتحديد خصائص الطبقات، الخ. كل زر عليه رمز يدل على وظيفته وكذلك يوجد اسم الزر او وظيفته.	يحتاج المستخدم إلى إدراك الرموز قبل الضغط على الأزرار أو يقوم بقراءة اسم الوظيفة، كما يحتاج إلى إدراك القائمة التي يوجد فيها الزر مثلاً عندما يريد رسم شكل يتجه إلى قائمة أزرار لرسم الأشكال أما إذا أراد نسخ خط مثلاً فيتجه إلى قائمة تعديل الأشكال.	63
تذكر الكلمات (الأوامر)		
لم يقوم المستخدم إلى بكتابة كلمة واحدة وهي "Xline" لرسم الخط المائل، كذلك الأزرار في شريط الأدوات تحتوي على أسماء وظائف الأزرار، تظهر عبارات توجيهية تحث المستخدم على الخطوات والإجراءات المطلوبة في أسفل النافذة.	عندما لا يدرك المستخدم معانى الرموز يحتاج إلى قراءة إسم الزر أو الوظيفة، اما بالنسبة للتوجيهات التي تظهر في أسفل النافذة	
تذكر الأرقام (المسافات)		
يقوم المستخدم بتحديد أطوال الخطوط وتحديد مسافة التباعد بين الخطوط والمستطيلات.	يحتاج إلى تذكر الأرقام التمييز بين المسافات حسب مكان تطبيقها	37
التمييز بين الألوان		
يقوم المستخدم بتلوين النافذة والسقف	يحتاج إلى ثلاث ألوان فقط	03
قراءة الجمل والكلمات		
إدراك أجزاء ومراحل رسم الشكل.	يبقى المستخدم على وعي وتركيز لمراحل وأجزاء الشكل خلال إنجازه لمهمة.	

2-2-قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ ان المتطلبات العقلية المفترضة للمستخدم السادس هي:

- بالدرجة الأولى إدراك رموز الأزرار والتمييز بينها حيث نلاحظ عدد التكرارات حوالي 63 مرة يضغط المستخدم على الأزرار.
- في الدرجة الثانية تذكر الأرقام عند تحديد المسافات بحيث يقوم المستخدم بتحريك المؤشر للتوقف عند المسافة المحددة بدون استعمال لوحة المفاتيح وهذا ما يتطلب تركيز عالٍ،

كذلك هناك مسافات مختلفة بين الخطوط ومسافات الطول يحتاج المستخدم إلى تذكرها وتذكر مكان تطبيقها.

- في الدرجة الثالثة تذكر مراحل وخطوات رسم الشكل بحيث يبقى المستخدم على وعي وتركيز لتذكر خطوات وأجزاء الشكل.

سادساً: العوامل المؤثرة أو المسببة في ارتفاع الثقل الفكري لدى المستخدم السادس.

من خلال تصنيف العمليات والعقلية وحسب تكرارات العمليات يمكن تلخيص الأسباب التالية:

1. حركات العين المتكررة لتتبع مؤشر الفأرة عند رسم الشكل بحيث تقدر الحركات بحوالي 232 حركة مختلفة المسافة للعين.
2. حركات العين إلى أعلى النافذة عند استعمال الأزرار في شريط الأدوات بأعلى النافذة.
3. إدراك معاني الرموز عند استعمال الأزرار المختلفة في شريط الأدوات.
4. تذكر الأرقام والتمييز بين المسافات المختلفة عند تحديد المسافات بين الخطوط ومسافات الطول بالنسبة للخطوط.
5. إدراك الشكل وأجزاءه وخطوات إنجازه بحيث يبقى المستقدم على وعي تام لإدراك في أي مرحلة يكون وماهي الخطوة أو الخطوات المقبلة.
6. التركيز عل تحديد المسافات بتحريك الخطوط والأشكال بدلاً من كتابتها مباشرةً وهذا يتطلب تركيز أكبر وبالتالي يؤدي إلى إرتفاع الثقل الفكري للمستخدم.

سابعاً: المعايير الأرغونومية المتوفرة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال الملاحظة والمقابلة ومن خلال قائمة المراجعة (check List) يتم الكشف عن المعايير الأرغونومية المتوفرة في برنامج الأوتوكاد"Autocad" ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم السادس حسب ما هو مذكور في الجدول أسفله:

الجدول رقم(41): المعايير الأرغونومية ودورها في خفض الثقل الفكري لدى المستخدم السادس.

التقنيات المتوفرة	المعايير الأرغونومية	دورها وهدفها
شريط الأدوات في أعلى نافذة البرنامج يحتوي على قوائم أزرار مصنفة حسب الأداء، توجد 9	–التجميع/التمييز بين العناصر على أساس الأداء.	يستطيع للمستخدم التحكم في شريط الأدوات وإظهار أو إخفاء الأزرار حسب الحاجة وهذا يقلل من الإرتباك والتركيز أكثر عند البحث عن الزر.

قوائم مختلفة.	-المرونة.	الأزرار تنتمي إلى نفس المجموعة حسب الأداء فمثلاً أزرار رسم الأشكال الهندسية تتجمع في نفس القائمة. وهذا يساعد المستخدم على التمييز بين القوائم ومنه التقليل من الثقل الفكري.
على الأزرار توجد رموز تدل على وظيفة الزر وكذلك توجد كلمة تدل على إسم الوظيفة.	-الوضوح. -الحماية من الخطأ. -معاني الرموز.	في حالة ما تعذر على المستخدم إدراك معنى رمز الزر يقرأ إسم الوظيفة على الزر وهذا يقلل من ارتكاب الأخطاء.
توجد فقط الأزرار التي يحتاجها المستخدم أثناء إنجازه للمهمة فمثلاً في قائمة أزرار رسم الأشكال يوجد فقط 4 أزرار .	-كثافة المعلومات. -المرونة. -عبء العمل. -الحماية من الأخطاء	كثرة الأزرار التي لا يحتاجها المستخدم تؤدي إلى الإرتباك وارتكاب الأخطاء كما تتطلب تركيز أكثر لإدراك الزر الذي يحتاجه المستخدم لان المستخدم يحتاج إلى إجراءات سريعة فلا يستغرق مدة طويلة للضغط على الزر المطلوب، ولأن المستخدم لا يظهر إلا الأزرار التي يحتاجها فهذا يقلل من الثقل الفكري والإرتباك وإرتكاب الأخطاء.
رموز الأزرار تظهر بشكل كبير وأسماء الأزرار واضحة يمكن قراءتها بسهولة.	-الوضوح	عندما تكون رموز الأزرار صغيرة فقد لا يدركها المستخدم جيد وبالتالي تؤدي إلى إرتكاب الأخطاء وتحتاج إلى تركيز أكبر ويكون الأداء أقل أما في هذه الحالة الرموز كبيرة وبالتالي تقلل من الثقل الفكري لدى المستخدم.
يوجد شريط لكتابة الأوامر في أسفل النافذة يمكن الكتابة فيه مباشرة باستعمال لوحة المفاتيح وبدون النقر فيه بمؤشر الفأرة، كما هو موضح في الملاحق الصورة رقم (04).	-إجراءات الحد الأدنى. -التوافق.	هنا المستخدم له الخيار بين النقر على الأزرار لتنفيذ الأوامر او كتابة الأوامر مباشر في الشريط أسفل النافذة ففي حالة ما لا يوجد الزر الذي لا يظهر في شريط الأدوات يمكن كتابته وهذا يقلل من الثقل الفكري للمستخدم.
تظهر لا فتات متحركة توجه و تحث المستخدم بالإجراءات المطلوبة تتحرك مع مؤشر الفأرة.	-التوجيه. -الحث. -الإتساق.	تساعد المستخدم في إدراك خطوات المهمة وتحميه من الأخطاء وبالتالي هذا المعيار يقلل من الثقل الفكري
تظهر لا فتة تبين زاوية رسم الخط وكذلك لا فتة تبين المسافة	-التوجيه. -الحماية من الخطأ	يسمح ظهور الزاوية بإدراك ان الخط غير مائل وكذلك المسافة يدرك المستخدم من خلالها طول الخط وهذا يقلل من ارتكاب الأخطاء والتقليل من الثقل الفكري.
يستطيع المستخدم بسهولة تكبير	-التحكم الصريح.	تكبير منطقة معينة تسمح بالتركيز أكبر ثم

وتصغير منطقة معينة من الشكل باستعمال عجلة الفأرة تظهر عند موضع مؤشر الفأرة.	–	التصغير للإنتقال من منطقة إلى أخرى هذا يساعد على التركيز ويقلل من الثقل الفكري للمستخدم.

قراءة نتائج الجدول: من خلال الجدول نلخص أهم المعايير الأرغونومية المتوفرة في البرنامج على شكل تصميمات وتقنيات وإجراءات والتي لها دور في خفض الثقل الفكري للمستخدم:

- المستخدم قام بتصميم شريط الأدوات حسب المهمة وذلك بإخفاء الأزرار التي لا يحتاجها، يسمى هذا المعيار معيار المرونة و هذا يقلل من التركيز والثقل الفكري للمستخدم.
- المستخدم وضع كل الأزرار في شريط الأدوات وذلك يجعل منه يقوم بالحركات المتكررة في إتجاه واحد نحو الأعلى وفي الغالب نحو اليسار من شريط الأدوات هذا يقلل من تفكير المستخدم في أماكن قوائم الأزرار المختلفة وبالتالي يقلل من الثقل الفكري للمستخدم.
- تظهر رموز الأزرار بشكل كبير هذا المعيار يسمى معيار الوضوح و هو يساعد على التركيز والتقليل من الإرتباك وارتكاب الأخطاء أثناء الإستعمال المتكرر للأزرار وهذا يقلل من الثقل الفكري للمستخدم.
- تكبير أو تقريب الصورة عند منطقة معينة يقوم بإجراءات عليها بتدوير عجلة الفأرة للتقريب عند موضع مؤشر الفأرة ثم التصغير أو تبعيد الشكل للإنتقال من منطقة إلى أخرى وبسرعة يساعد على التركيز أكثر و يقلل من الثقل الفكري وارتكاب الأخطاء.

ثامناً: مقارنة بين التقدير الذاتي للمستخدم ونتائج تحليل الفيديو المسجل.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة نلاحظ أن المستخدم السادس كان يقدر أن المصدر الأول للثقل الفكري هو المتطلبات العقلية بتقدير 18.67 ثم يأتي بعد ذلك المتطلبات بتقدير 14.00 وبالرجوع إلى تحليل بيانات الفيديو المسجل وحساب تكرارات العمليات العضلية والعقلية المفترضة نلاحظ أن حركات اليد للرسم بمؤشر الفأرة هي أكبر العمليات من حيث التكرارات أي العمليات التي من خلالها يتم رسم الأشكال وتعديلها ونلاحظ ان الشكل الذي يقوم برسمه يظهر نوعاً ما فلذلك المستخدم كان يشعر أنه يحتاج إلى تركيز اكبر لرسم الشكل وبالتالي يمكننا تأكيد صحة التقدير الذاتي للمستخدم.

2-مقارنة بين نتائج دراسة الحالات الستة والإجابة على تساؤلات البحث:

بعدم تم دراسة كل حالة على إنفراد دراسة معمقة قام الباحث بإجراء مقارنة بين الحالات الستة من حيث:

- من حيث نتائج مقياس مؤشر عبء المهمةNASA-TLX
- من حيث نتائج تحليل بيانات الفيديو المسجل.
- من حيث المعايير الأرغونومية المتوفرة للمستخدم ودورها في خفض الثقل الفكري.

2-1-مقارنة بين الحالات الستة من حيث التقدير الذاتي لمصادر الثقل الفكري.

من خلال نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة للمستخدمين يمكن المقارنة بين الأفراد من حيث تحديد مصادر الثقل الفكري كما هو موضح في الجدول التالي:

الجدول رقم (42):نتائج مقياس مؤشر عبء المهمة لأفراد العينة.

	الحالة01	الحالة02	الحالة03	الحالة04	الحالة05	الحالة06
المتطلبات العضلية	17.33	17.33	9	18.66	17.33	14
المتطلبات العقلية	7	9	9	10	17.33	18.67
متطلبات الوقت	1	2.33	4.66	2.33	2.67	6.67
متطلبات الأداء	6.67	6.67	8.66	7.33	3.33	3.67
الجهد المبذول	6.67	6.67	11	10	11	12
القلق والارتباك	1	6	3.33	2.66	4	6
الحاصل العام للثقل الفكري	39.67	48	45.65	50.99	55.67	61

- قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أن مصادر الثقل الفكري للمستخدمين حسب التقدير الذاتي لكل فرد من أفراد العينة هي المتطلبات العضلية والمتطلبات العقلية وهذا راجع إلى طبيعة المهام والمتمثلة في رسم الأشكال الهندسية التي تتطلب حركات كثيرة مثل رسم الخطوط وتحريك أو نسخ أو تمديد الخطوط والأشكال، وكذلك بعض العمليات العقلية مثل إدراك معاني الرموز وتذكر الأرقام والكلمات والتركيز على الشكل أو إدراك مراحل إنجاز المهمة أو رسم الشكل المطلوب بالنسبة لبعض الحالات هناك تقدير للجهد العقلي والعضلي المبذول كمصدر للثقل الفكري وهذا راجع لطبيعة المهمة وتعقد الشكل أو صعوبة رسم الشكل. وبما أننا قمنا بالتأكد من صحة التقدير الذاتي لأفراد

العينة وذلك بالمقارنة بنتائج تحليل بيانات الفيديو فإنه يمكننا الإعتماد على نتائج هذا المقياس في الإجابة عن مشكل البحث وهو: **ما هي مصادر الثقل الفكري لدى مستخدمي برنامج الأوتوكاد؟**

2-2-مقارنة بين الأفراد من حيث طريقة استخدام برنامج الأوتوكاد.

يمكننا المقارنة بين أفراد العينة من حيث طريقة إنجاز المهمة ومن حيث إعداد واجهة المستخدم والجدول رقم (43) يوضح الفرق بين أفراد العينة من حيث ؛إعداد وتصميم واجهة المستخدم.

الجدول رقم (43): مقارنة بين أفراد العينة من حيث إعداد واجهة المستخدم

	الحالة 01	الحالة 02	الحالة 03	الحالة 04	الحالة 05	الحالة 06
لون خلفية نافذة البرنامج	أسود	أسود	أسود	أسود	أسود	أسود
قائمة الأزرار في يمين النافذة	22زر	لا يوجد	17زر	لايوجد	24زر	لايوجد
قائمة أزرار في يسار النافذة	20زر	لايوجد	10زر	لايوجد	27زر	لايوجد
شريط الأدوات في أعلى النافذة	يوجد	يوجد	لايوجد	لايوجد	يوجد	يوجد
حقل لكتابة الأوامر المسافات في أسفل النافذة	لايوجد	يوجد	يوجد	لايوجد	يوجد	يوجد

- قراءة نتائج الجدول:

من خلال الجدول نلاحظ أنه يوجد إختلاف في إعداد واجهة المستخدم وهذا عن طريق معيار المرونة بحيث يمكن للمستخدم إظهار أو إخفاء الأزرار أو قائمة الأزرار حسب الحاجة أو يمكن الإستغناء عن إستعمال الأزرار ويقوم بكتابة الأوامر مباشرة في رقعة (Label) أو حقل كتابة الأوامر في أسفل النافذة، ومن خلال الجدول نلاحظ أن بعض أفراد العينة يضعون قائمة أزرار في أقصى يمين النافذة لتعديل الأشكال وقائمة في أقصى يسار النافذة لرسم الأشكال الهندسية وهذا مايؤدي إلى تكرار حركات العين الأفقية وحسب ما تطرقنا إليه في الجانب النظري فإن حركات العين الأفقية لها تأثير في إرتفاع الثقل الفكري، كما أننا نلاحظ إختلاف في عدد الأزرار الموجودة في القوائم رغم عدم الحاجة إلى إستعمالها في إنجاز المهمة وكثرتها تجعل الأزرار تظهر بشكل صغير كما هو موضح في الملحق رقم (01) الصورة رقم 1و2، هذا يؤدي بالمستخدم إلى التركيز للنقر على الزر المطلوب وكذلك قد تؤدي إلى الإرتباك، كذلك نلاحظ أنه في الحالات الستة لون نافذة البرنامج أسود وهذا يمثل معيار الوضوح وهو ما يقلل من إنبعاث الإشعاعات حسب الكثير من الدراسات ويساعد على التركيز. بعض الحالات المستخدم لا يحتاج إلى أزرار بحيث يقوم

بكتابة الأوامر مباشرة في رقعة كتابة الأوامر أو في الحقل بأسفل النافذة وهذا يساعد المستخدمين أصحاب الخبرة وبالتالي التقليل من الإجراءات الروتينية وكذلك خفض الثقل الفكري.

من خلال هذه المقارنة يمكننا أن نقول أننا أجبنا على السؤال التالي:

هل لطريقة إستعمال البرنامج علاقة بارتفاع الثقل الفكري لمستخدميه؟

2-3-المعايير الأرغونومية المتوفرة لإفراد العينة ودورها في خفض الثقل الفكري.

من خلال تحليل دراسة الحالات الستة توصلنا إلى إكتشاف وتحديد المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان-كمبيوتر والمتوفرة على شكل تقنيات وتصميمات وإجراءات يمكن ذكرها كما يلي:

أ- االتوجيه والحث: لاحظنا من خلال الحالات الستة أن برنامج الأوتوكاد يقدم توجيهات توجه وتحث المستخدم على الإجراءات والخطوات الواجب إتخاذها وإتباعها وتبين له في أي مرحلة من إنجاز المهمة هو فيها، وهذا ما يقلل من إرتباك المستخدم وإرتكاب الأخطاء وبالتالي تقلل من الثقل الفكري للمستخدم.

ب- التجميع والتمييز بين العناصر على أساس الشكل أو الأداء:

لاحظنا أن الأزرار مرتبة حسب الوظيفة مثلاً أزرار رسم الأشكال مرتبة في قائمة وأزرار تعديل الأشكال مرتبة في قائمة أخرى هذا ما يقلل من الخلط بين الأزرار حسب الوظيفة، كما تظهر قوائم للأوامر مرتبة ترتيب أبجدي عند كتابة الحرف الأول للأمر وهذا يساعد على تذكر الكلمات وباتالي تقلل من الثقل الفكري.

ج- الوضوح: وذلك من خلال أن لون نافذة البرنامج أسود يريح العين والرسم يكون بألوان معاكسة ومنه يساعد المستخدم على التركيز ومنه يقلل من الثقل الفكري.

د-المرونة: لاحظنا أن كل مستخدم يمكن أن يقوم بتعديل واجهة البرنامج وذلك بتحديد مكان قوائم الأزرار أو ترتيب الأزرار أو إخفاء الأزرار التي لا يحتاجها أو يمكن تنفيذ الأوامر مباشرة بكتابة في رقعة او في حل كتابة الأوامر، هذا له دور كبير في خفض الثقل الفكري.

هـ-التقليص والحد من الإجراءات: يمكن أن ينفذ المستخدم أمر ما على مجموعة أشكال أو خطوط مثلاً عند إستعمال أمر "PEDIT" أو أمر « Subordonnée » أو أمر "décaler"

هذه المعايير لها دور في التقليل من الحركات والإجراءات وتساعد المستخدم على التركيز وبالتالي تقلل من الثقل الفكري.

وهنا يمكننا أن نقول أننا قد أجبنا عن التساؤل المطروح في مشكل البحث وهو:

هل المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان–كمبيوتر لهادور في خفض الثقل الفكري لمستخدم برنامج الكمبيوتر؟

أما بالنسبة للتساؤل الأخير وهو:

هل يوجد عوامل أخرى تؤدي إلى إرتفاع الثقل الفكري؟

فيمكننا ان نجيب حسب إفتراضنا وهو ربما راجع إلى خبرة المستخدم أو إلى حجم المهمة أو تعقد المهمة أو الشكل المطلوب رسمه أو يمكن الإجابة عن هذا التساؤل في دراسات أخرى مستقبلاً.

خاتمـــــة:

النتائج المتوصل إليها في الدراسة الأساسية هي أن مصادر الثقل الفكري لدى مستخدمي برامج الأوتوكاد هي العمليات العضلية التي يقوم بها المستخدم وبالخصوص حركات العين أما العمليات العقلية المفترضة فتتمثل في إدراك معاني الرموز من خلال استعمال الأزرار وكذلك تذكر الكلمات والأرقام وإدراك مراحل إنجاز المهمة او رسم الشكل المطلوب،كما هناك عامل أخر في ارتفاع الثقل الفكري ألا وهو الجهد العقلي والعضلي المبذول وهذا راجع لخبرة المستخدم ولحجم المهمة المطلوب إنجازها وحسب تعقد الشكل أو المخطط المطلوب رسمه، كما أن برنامج الأوتوكاد مصمم وفق المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان–كمبيوتر وهذا ما يساعد مستخدميه على التحكم حسب خصوصياتهم العقلية وحسب خبراتهم وقدراتهم وهذا له دور كبير في خفض الثقل الفكري.

4-الإقتراحات والتوصيات:

من خلال البحث الذي قام به الباحث ثم التوصل إلى مجموعة إقتراحات وتوصيات علمية موجهة للباحثين في مجال أرغونوميا الكمبيوتر ومصممي برامج الكمبيوتر وعملية موجهة إلى مستخدمي برامج الكمبيوتر المختلفة وكانت كما يلي:

- ❖ توصية مصممي برامج الكمبيوتر ومواقع الأنترنات إلى الأخذ بعين الإعتبار الخصائص العقلية والفيسيولوجية لمستخدمي البرامج المصممة.
- ❖ الإعتماد على المعايير الأرغونومية لتصميم واجهات إنسان-كمبيوتر حسب ما توصل إليه الباحثون في هذا الإختصاص وحسب ما تم إعتماده من طرف المنظمة العالمية للمعاير او التقييس(ISO).
- ❖ إعتماد أخصائي الأرغونوميا على تقنيات تحليل المهام المختلفة في تحليل عمل مستخدمي برامج الكمبيوتر.
- ❖ دور أخصائي الأرغونوميا في تحديد مصادر الثقل الفكري الناتجة عن استعمال برنامج الكمبيوتر مما قد يساعد على إعادة تصميم البرنامج أو إعادة النظر في كيفية إستعماله.
- ❖ ضرورة اتاحة الفرصة لمستخدمي برنامج الكمبيوتر بإعادة تصميم أو إعداد الواجهة حسب خصائصه أو طريقة عمله(معيار المرونة).
- ❖ ضرورة إطلاع ومعرفة مستخدم برنامج الكمبيوتر على جميع أو معظم التقنيات أو الإجراءات المتوفرة في البرنامج.
- ❖ التكوين والتدريب الجيد على إستعمال البرنامج.
- ❖ ضرورة إعداد واجهة برنامج الكمبيوتر حسب المهمة المطلوب إنجازها وذلك بتوفير فقط الأدوات التي يستعملها أثناء إنجازه للمهة.
- ❖ ضرورة التقليل قدر الإمكان من الإجراءات التي تؤدي إلى كثرة الحركات وخاصة حركات العين المختلفة.
- ❖ التبادل في تنفيذ الأوامر بين استعمال الأزرار وكتابة الأوامر.

- ضرورة تجزئة الشكل والتمييز بين أجزاء الشكل بالألوان وخاصة في حالة رسم أشكال معقدة.

قائمة المراجع:

Annett & Jones. (2000). *A methodology of measuring team skills,Ergonomics, 43(8), 1076-1094.* Development of the Human Error Template- A new mHuman Factors Design & Evaluation Methods Review.

Ainsworth & Kirwan. (1992). *A guide to task Analysis, Taylor and Francis.* London, UK: Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Annett & al. (2000). *Task Analysis, Taylor and Francis.* London, UK: Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Baber & Stanton. (1994). *Task Analysis for Error identification, Ergonomics, 73, 1923-1941.* Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

BACH, C. (2004). *Élaboration et validation de critères ergonomiques pour les interactions Homme-Environnements Virtuels.* MetZ, France: Université de Metz.

Bastien & Scapin. (1993). *Ergonomic Criteria for the Evaluation of Human-Computer Interfaces.* INRIA.

Bastien Christian & Scapin Dominique. (n.d.). *Ergonomic Criteria for the Evaluation of uman-computer .*

cooper, G. E., & Harper, R. P. (1969). *the use of pilot rating in the evaluation of aircraft handling qualities.* (Human Factors Design & Evaluation Methods Review ed.). CA: Moffett Field, CA: National Aeronautics and space Administration.

De Waard, D. (1996). *The Measurment of Drivers Mental Workload.* Haren, The Netherlands: University of Groningen.

Dewaard. (1992). *the Measurment of Drivers Mental Workload; Doctoral Dissertation.* North of Netherland: University of Groningen.

Diaper & Stanton. (2004). *the HandBook of Task analysis for Human computer interaction.* New Jersey: Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Diaper, D & Stanton. (n.d.). *the HandBook of Task Analysis For G.*

Eggemeier, F. (1988). *Properties of workload assessment techniques .* North-Holland: Elsevier Science Publisher.

Hart & Steveland . (1988). *Development of NASA-TLX, Human Mental Workload.* North Holland: Elsevier Science Publisher.

Hill, S. G., Iavecchia, H.P., Bayer, J.C., Bittner, A.C., Zaklad, A.L., and al. (1992). *Comparison of four Subjective Workload rating Scales. Human Factors.*

ISO9241. (1998). *Ergonomics of office work with VDTs-guidance on usability.* Geneva: International Standards Office.

kieras. (2003). *GOMS models for task Analysis in diaper & Stanton, Lawrance Erlbaum Associate.* Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Luxion, A., Goonetilleke, R.S. (2001). *Improvement of the Subjective Workload Assessment Technique, Ergonomics.*

Marshel & al. (2003). *Development of the Human Error Template- A new methodology for assessing design induced errors on aircraft Flight Decks.* Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Moray, N. (1979). *Mental Workload; its theory and measurment.* New York: Plenum Press.

NATO. (2001). *Guidelines on Human Engineering Testing and Evaluation.* Neuilly-sur-Seine Cedex, France: North Atlantic Trasty Organisation.

Ormerod. (2000). *using task analysis as a primary design method Pp181-200 Lawrance Erlbaum Associate.* Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Reid, G. B. & Nygren, T. E. (1988). *The Subjective Workload assessment technique.* Amsterdam. , NetherLands: Elsevier.

Roscoe, A. H., Ellis, G.A., and al. (1978). *Assessing pilot Workload.* Neuilly-sur-seine, France: NATO AGARD.

Rubi, S., Diaz, E., Marin, J., and Puente, J. M. (2004). *Evaluation of Subjective Mental Workload: A comparison of SWAT, NASA-TLX, and Workload profile Methods,.*

Salmon, P., Stanton, N., Baber, C., Walker, G., Green, D. (2004). *Human Factors Design & Evaluation Method Review.* Alvington, UK: The Security Office Aerosystems International Limited.

Salvendy. (1997). *HandBook of Human Factors and Ergonomics 2nd Edition, John wiley and sons.* canada: Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Salvendy. (n.d.). *hand.*

Shephered. (2002). *Hierarchical Task Analysis .* London, Taylor & Francis: International Journal of Man MAchine studies 28, 573-581.

Stanton & Young. (1999). *A guide tp methodology in Ergonomics; Designing for Human use.* London: Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Tsang , P. S., & Velazquez, V.L. (1996). *Diagnosticity and multidimensional subjective Workload ratings* (Human Factors Design & Evaluation Methods Review ed.). Ergonomics.

Vidulich, M.A., Tsang, P. S.,. (1986). *Assessing Subjective Workload assessment.* Santa Monoca: Human Factors Society.

Wickens, C. D., Gordon, S. E and Lui, Y (Human Factors Design & Evaluation Methods Review ed.). (1998). Longman, New York, USA: introducation to Human Factors Engineering .

Wierwelle. (1993). *Recommendations for mental Workload measurment in a test and Evaluation environment.* Human Factors Design & Evaluation Methods Review.

Wilson, J.R., and Corlett, N.E. (1995). *Evaluation of Human Work, A Practical Ergonomics Methodology .* London: Taylor and Francis.

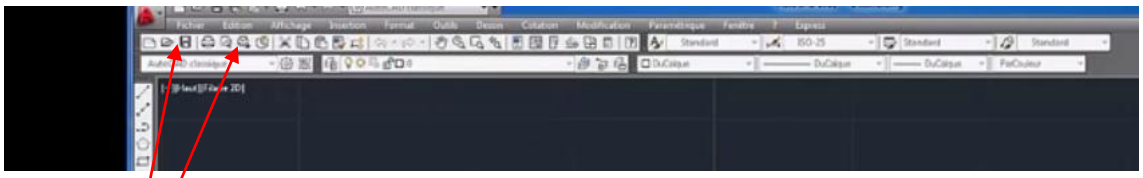
Young, M. S., 1 Stanton, N. (n.d.). *Mental Workload. in N. A. Stanton, A.* (HandBook of Human Factors Methods ed.). UK: Taylor and Francis.

الملاحـــــــق

الملحق رقم (01): معيار التمييز والتجميع بين العناصر على أساس التموقع و الأداء.

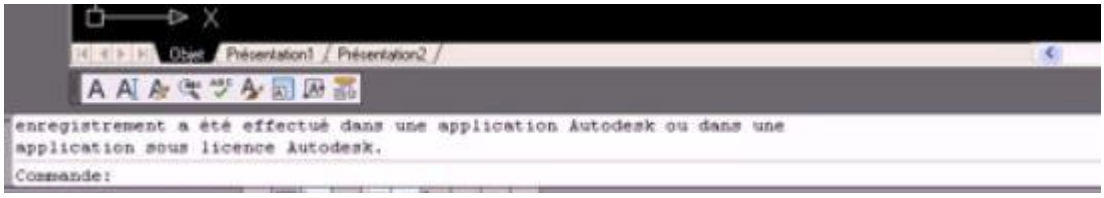
الشكل رقم (01): قائمة أزرار لتعديل الشكل

الشكل رقم (02): قائمة أزرار لرسم الأشكال الهندسية.



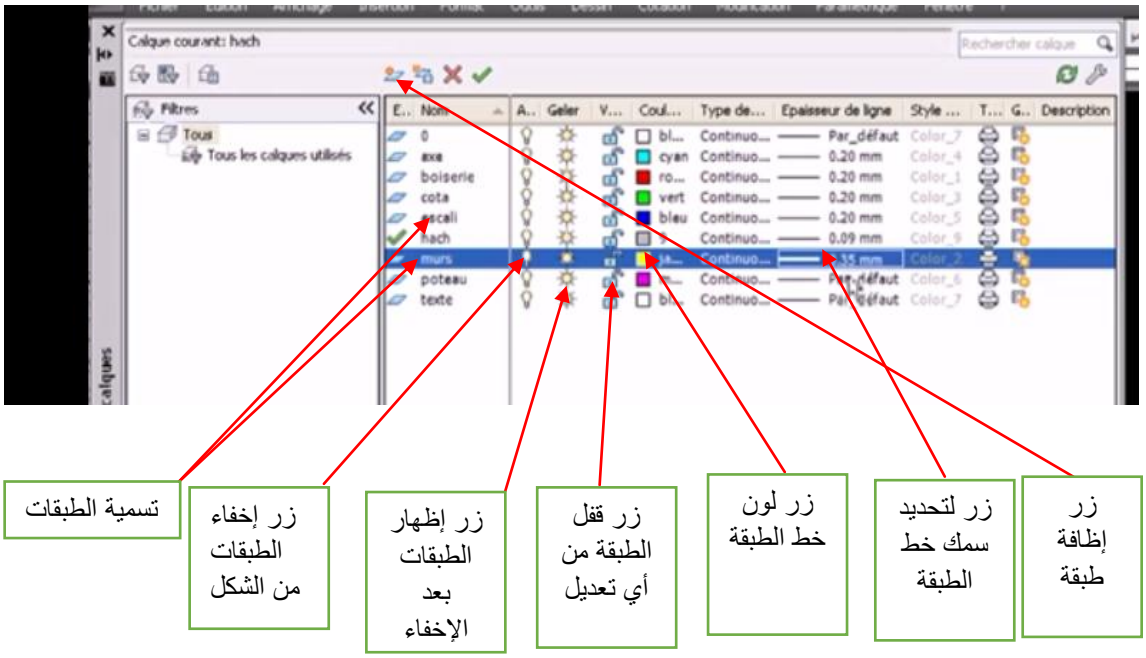
الشكل رقم (03): شريط الأدوات في أعلى النافذة.

أزرار للتحكم في البرنامج

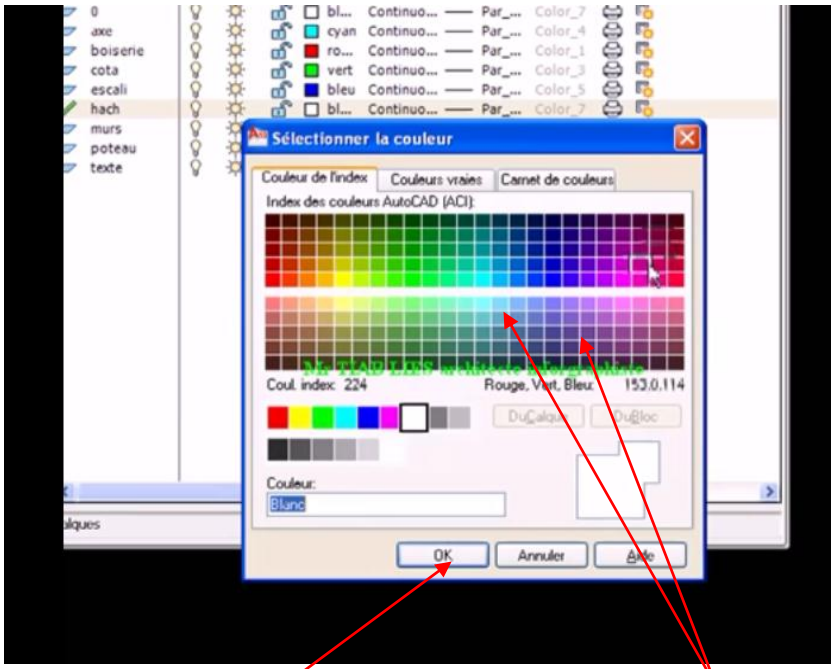


الشكل رقم (04): حقل لكتابة الأوامر وتحديد المسافة في أسفل النافذة

الملحق رقم (02): معيار التحكم الصريح ومعيار المرونة لتجزئة الشكل والتمييز بين الأجزاء على أساس اللون وسمك الخط.

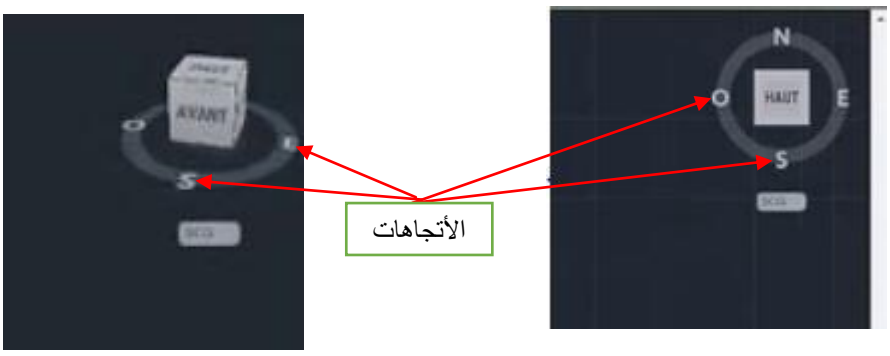


الشكل رقم (05):قائمة خصائص الطبقات"calques"



الشكل رقم (06): نافذة لتحديد خصائص الطبقات"calques"

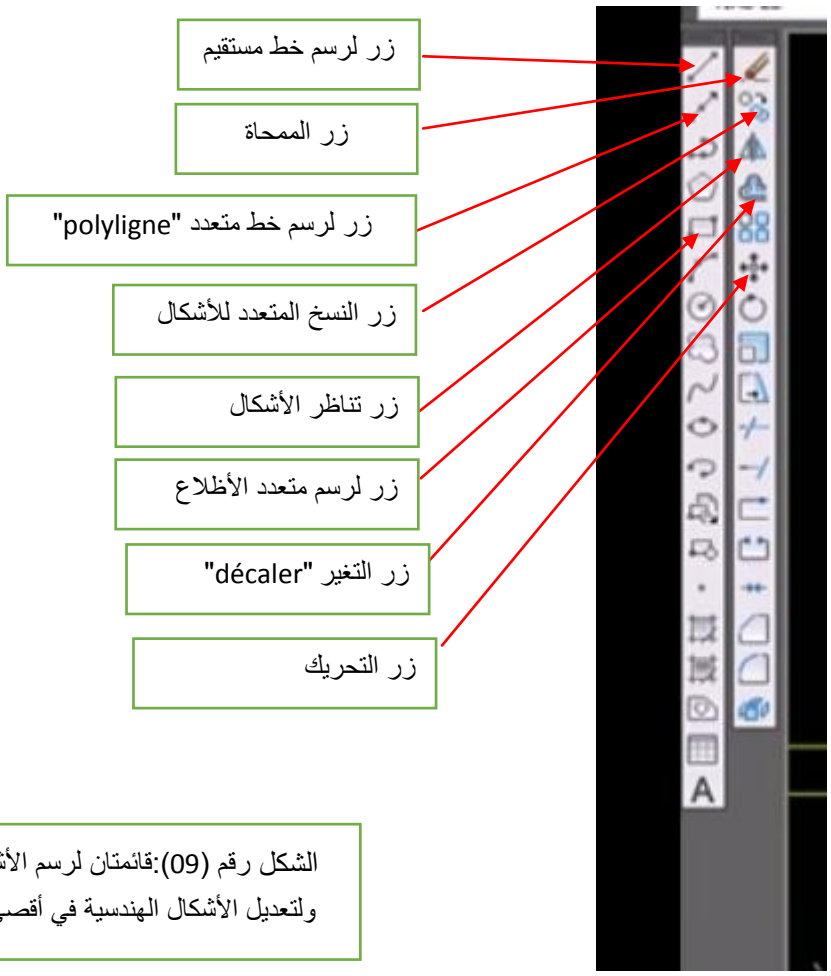
الملحق رقم (03): التوجيه والتحكم الصريح ، من خلال البوصلة يمكن التحكم في توجيه الشكل من ثنائي الأ[عاد إلى ثلاثي الأبعاد.



الشكل رقم (07):البوصلة تظهر ان الشكل في حالة ثنائي الأبعاد"2D"

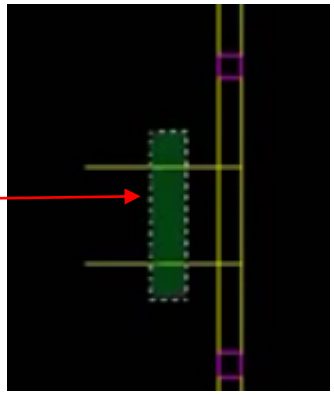
الشكل رقم (08):البوصلة تظهر ان الشكل فى حالة ثلاثى الأبعاد"3D"

الملحق رقم (04): معيار التمييز بين العناصر على أساس الأداء والشكل، ترتيب الأزرار حسب الأهمية والتمييز بين أزرار لرسم الأشكال وأزرار لتعديل الشكل.



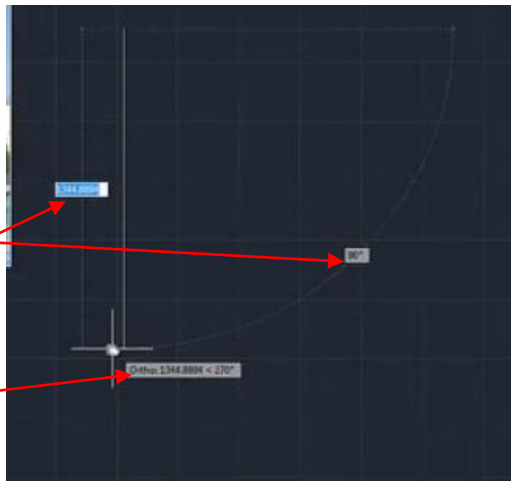
الشكل رقم (09):قائمتان لرسم الأشكال الهندسية ولتعديل الأشكال الهندسية في أقصى يسار النافذة

الملحق رقم (05): معيار التوجيه والحث، في الشكل رقم 10 يظهر الخطوط بشكل متقطع لتبين أنها مرشحة للإجراء، الشكل رقم 11 يظهر لافتات تبين المسافة وكذلك عبارات توجيهية.



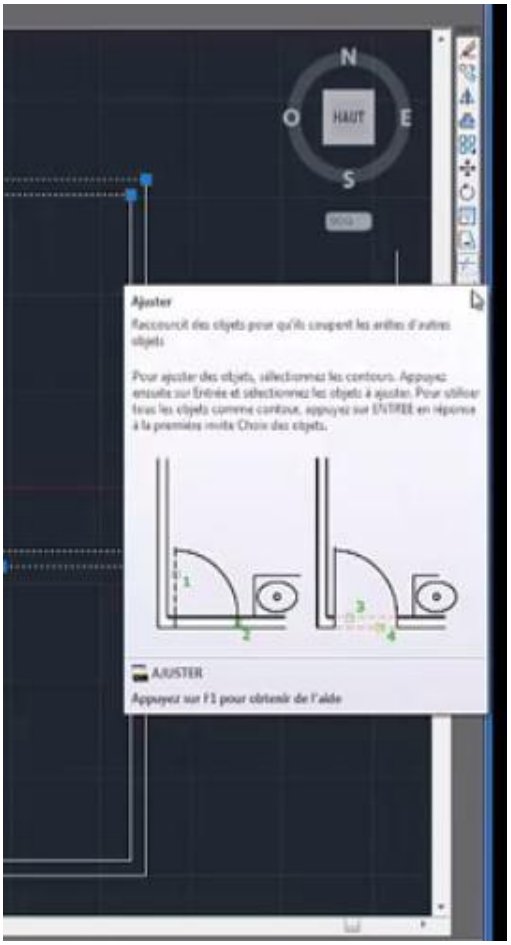
الشكل رقم(10):حذف القطع الزائدة

الشكل رقم(11):تظهر رقعة"Label" لتحديد المسافة

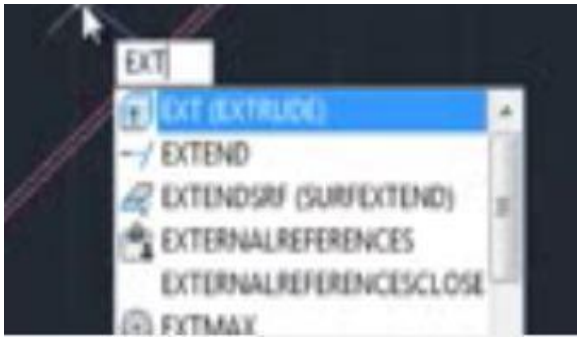


الشكل رقم(12): لافتات توجه المستخدم

الملحق رقم (06): معيار معاني الرموز، عند وضع مؤشر الفأرة على الزر تظهر لافتة تعرف وتشرح وظيفة الزر.

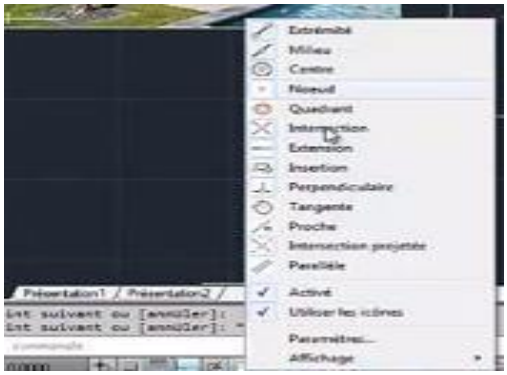


الشكل رقم (13): لافتة تشرح وظيفة الزر بالرسم والكتابة عند وضع مؤشر الفأرة على الزر.



الصورة رقم (14): تظهر قائمة أوامر مرتبة ترتيباً أبجدياً عند كتابة الحرف الأول للأمر في رقعة كتابة الأوامر.

الشكل رقم (15): تظهر قائمة أوامر عند كتابة الحرف الأول تتقارب في أداء الأمر المطلوب.



الشكل رقم (16): قائمة أوامر مرتبة حسب التقارب في الأداء .

Abstract :

this research aims to definition the resources of Mental Workload of Software users, in Particular the AutoCad users, and it highlighting the role of Ergonomics Criteria to Human-computer interfaces in reduction the Mental Workload, this research was conducted through three stages; the first stage is definition the resources of Mental workload by using NASA-TLX technique, the second stage is a procedure of analysis the tasks and ranking the demands of Mental Workload, the third stage is highlighting the role of Ergonomics Criteria which available in the AutoCad software and their roles in reduction the Mental Workload and protection from Human Errors. The Methodology of this research was a case study because there are limit respondents as they were six persons and the study needs depth Analysis, the result was that the resources of Mental Workload are physical Demands because a great number of hand and eyes movements then Mental Demands.

Keywords: Mental Workload, Tasks Analysis, Ergonomics Criteria, Human-Computer interfaces.

Résumé :

Le but de Cette recherche est définition les ressources de la charge mentale chez les utilisateurs des Ordinateurs, en particulier, les utilisateurs de programme « Autocad », et il vise à mettre en évidence le rôle des critères d'ergonomie des interfaces homme-computer dans la diminution de la charge mentale d'utilisateurs, cette recherche a été menée par trois étapes, la première étape

est une définition les ressources de la charge mentale par utilisation de la technique NASA-TLX, la deuxième étape est une procédure d'analyse les taches et classement les exigences, troisième étape est soulignant le rôle des critères qui sont disponible dans le programme d'Auto CAD et leur rôle de diminution de la charge mentale et protection d'erreurs humain, la méthodologie de cette recherche est étude de cas parce qu'il y a six personnes comme éléments de l'échantillons, il a été conclu que les résultats des ressources de la charge mentale sont les exigences physique encore les exigences mentale.

Mots clé : charge Mentale, Analyse des taches, critères d'ergonomie, interfaces homme-computer.