

تصميم كرسي معاقين مشغل آليا

د. حمزه بن أحمد محمود غلمان

قسم الهندسة الميكانيكية
كلية الهندسة و العمارة الإسلامية
جامعة أم القرى

ملخص

يعتبر التصميم الهندسي من أهم العلوم الهندسية التي لا بد و أن يهتم بها كل مهندس و خاصة مهندس الإنتاج .
فهذا التقرير يبين الخطوات الأساسية لتصميم و تنفيذ أجزاء إضافية تركيب على كرسي المعاقين ذو الأربع عجلات
والموجود في المستشفيات بكثرة ، و تجعل الكرسي يتحرك كهربائياً بدلاً من حركته اليدوية ، و ذلك عن طريق
التحكم بالتيار الكهربائي المستخدم في تحريك مولدي القدرة على الدوران .
كما يبين هذا التقرير المواد المستخدمة في التصنيع ، و المواصفات والإعتبرات و غيرها من الحسابات المأخوذة في
الإعتبار عند التصميم .

كما يوضح الغرض من هذا التصميم ، و الفائدة الناتجة من إستخدام هذا الكرسي من قبل المعاقين .
كما تم ذكر مجموعة من أنواع كراسي المعاقين المتوفرة في السوق سواءً الكهربائية منها أو اليدوية ، و أسعار كل
منها.

إضافة إلى ذلك التكلفة الإجمالية لهذا التصميم و مقارنتها بتكلفة كرسي المعاقين الكهربائية الموجودة في السوق
بالإضافة إلى المقارنة في بعض المواصفات .

و أخيراً نسأل الله التوفيق و الإخلاص في العمل ، و أن يكون هذا التصميم نافعاً لكل مستخدم .

و الله ولي التوفيق ،،،،،،،،

قائمة المحتويات

الموضوع

ملخص

قائمة المحتويات

1. المقدمة

2. الأهداف

3. دراسات سابقة

4. التصميم

4-1 نوع الكرسي المستخدم

4-2 أسباب اختياره

4-3 الخطوات المتبعة في التصميم

4-4 الخطوات العملية المتبعة في التنفيذ

4-5 ميكانيكية التصميم

4-5-1 الأجزاء المضافة للتصميم (بالقسم الميكانيكي)

4-5-2 معلومات عن المواد المستخدمة

4-6 بعض مشاكل التصميم و التنفيذ و طرق حلها

4-6-1 المشكلة الأولى

4-6-2 المشكلة الثانية

4-6-3 المشكلة الثالثة

4-6-4 المشكلة الرابعة

4-6-5 المشكلة الخامسة

5. حساب التكلفة الإجمالية للمشروع

6. الخلاصة و التوصيات

المراجع والمصادر

1. المقدمة

يتجاوز عدد المعاقين المصابين بالشلل في الولايات المتحدة الأمريكية عن 220000 شخص تقريبا (1) والحاجة للكراسي ذات العجلات الخاصة بهم تزداد مع مرور الوقت, لذا يعمل المصممون والباحثون بشكل متواصل من أجل تحسين تصميم تلك الكراسي.

إن الغرض من هذا البحث هو تصميم كرسي معاقين كهربائي يتم التحكم فيه بأمان من قبل المعاقين. إن الحاجة لهذا التصميم الجديد كان بناءا لحاجة المرضى وتلبية لحاجتهم لمثل هذا النوع من الكراسي. فقد لاحظ المرضى المصابين بالشلل و مساعدتهم بعض المشاكل الرئيسية المتعلقة بالكراسي اليدوية المستخدمة لمرضى الشلل و يمكن تلخيصها في النقاط التالية :

- (1) المتاعب و المصاعب الفيزيائية في تحريك الكراسي من قبل المعاقين أنفسهم.
 - (2) غلاء أسعار الكراسي الكهربائية الخاصة بنقل المعاقين.
 - (3) الحاجة الدائمة للمساعدة من الآخرين وما فيها من المعاناة النفسية.
 - (4) المخاطرة العالية من احتمال سقوط المريض من الكرسي في أثناء تنقله أو في حالة حاجته لقضاء حاجته وما في ذلك من الخطورة الشديدة على صحة المريض.
- إن الكرسي المتنقل الجديد يغطي تقريبا معظم هذه الإحتياجات ويتضمن ذلك الحركة الحرة المستقلة للمريض بنفسه دون الحاجة إلى مساعدة الغير والفرق الواضح في الأسعار وسهولة التحكم بحركة الجهاز وغير ذلك من الفوائد والتي تعود بالفائدة العظمى على المريض.

2. الأهداف

إن الأهداف الرئيسية لهذا البحث يمكن تلخيص معظمها كمايلي:

- (1) تحويل الكرسي اليدوي الخاص بالمعاقين إلى كرسي يؤدي نفس الغرض بطريقة آلية وذلك عن طريق تعديل التصميم بواسطة تركيب بعض العناصر الميكانيكية والكهربائية وبدون عمل تعديلات في التصميم الأساسي للكرسي.
- (2) تخفيض التكلفة الإجمالية للكرسي المتطور (الآلي) مقارنة مع الكراسي الآلية المتوفرة حاليا في الأسواق.
- (3) الحصول على كراسي معاقين آلية متطورة ذات تحكم أسهل في الحركة وبطاقة عالية للمحرك والتي تستطيع دفع كرسي يحمل شخص يصل وزنه حتى 150 كيلوغرام وباستعمال سهل للكرسي.
- (4) تسهيل الصيانة بشكل عام و تخفيض التكلفة للصيانة الدورية وذلك عن طريق توفير تصميم بسيط للكرسي.
- (5) بشكل عام, الحصول على كرسي محتويا على المواصفات الآتية :
 - أ- إمكانية استخدام الكرسي كهربائياً أو يدوياً .
 - ب- عدم إجراء تغييرات في تصميم الكرسي المنتج .
 - ت- إمكانية فك أو تركيب قطع التصميم الإضافية .

- ث- تقليل التكلفة الإجمالية للتصميم مقارنة بالكرسي الكهربائي المتوفرة بالسوق .
- ج- سهولة التحكم في إتجاهات الكرسي بدون بذل أي جهد عضلي .
- ح- مقدرة الكرسي على الحركة في حالة وجود الوزن الثقيل عليه (150 كجم) .
- خ- سهولة استخدام الكرسي للمعاق .
- د- البعد عن التعقيد في التصميم .
- ذ- لا يحتاج إلى صيانة بصورة كبيرة ، كما أنها غير مكلفة .

3. دراسات سابقة

بناء على مالاسين (11)، إن معياري السلامة و الأداء لكراسي المعاقين يعتبران الأساس بالنسبة للمستهلك. إن المرجع الأساسي دائما للتصميم العالي الكفاءة والمعايير لتصميم الكرسي هو:

1. نتائج الدراسات و الأبحاث مثل (2-8).

2. معايير المنظمات المتخصصة مثل

- International Standards Organization (ISO)
- American National Standards Institute/Rehabilitation Engineering Society of North America (ANSI/RESNA) wheelchair standards (9).

لقد تم تصميم الكرسي المذكور (11) بناء على عدة معايير للسلامة و الأداء ومنها الآتي :

- سلامة الكرسي بشكل عام: يجب أن لا يسبب الكرسي الجديد في حدوث أي إصابات للمستخدمين يمكن أن تنتج عن سقوط أثناء الانتقال أو الإحناء لقضاء الحاجة في دورات المياه أو المرور في مناطق مبللة.
- توجيه الكرسي في مكان قضاء الحاجة: يجب أن يتم التحكم في الكرسي ليتم وضعه بالضبط فوق مكان قضاء الحاجة وذلك لمنع السقوط على الأرض.
- تصميم مقعد الكرسي: يجب أن يحتوي الكرسي على مقعد ضد الماء و يوفر دعم لفخذ المستخدم للكرسي وبالتالي يقلل الضغط على بعض المناطق الحساسة لدى المعاق (10).
- وضع الجلوس: يجب أن يكون المقعد المستخدم مائلا للخلف و ذلك لحفظ المستخدم للكرسي في مكانه و سلامة عالية.
- إستقرار ثابت للكرسي: يجب أن يتم تصميم الكرسي بحيث يحافظ على زاوية 20 بحد أدنى في الحركة للأمام و الخلف و للتحرك للجوانب.

4. التصميم

4-1 نوع الكرسي المستخدم

يعتبر الكرسي المستخدم من أرخص الأنواع قيمة في الشراء ورقمه 44-2404 ، وهو من صنع الصين و ثمنه حوالي 350 ريال سعودي. الصورتان (صورة 1 و صورة 2) توضحانه من عدة زوايا قبل التعديل.

4-2 أسباب اختياره

يوجد هناك عدة أسباب لإختيار الكرسي (44-2402) ومن ضمن هذه الأسباب مايلي :

1- رخص ثمنه, حيث يعتبر هذا الكرسي واحد من أرخص الكراسي المتوفرة.

2- وفرة تواجده في الأسواق.

3- سهولة إستخدامه .

4- مناسبة لإضافة أجزاء تصميم إضافية إليه .

5- العرض المناسب للمقعد .



صورة1: مناظر معددة للكرسي قبل التعديل.



صورة2: منظر جانبي آخر للكرسي قبل التعديل.

4-3 الخطوات المتبعة في التصميم

- الخطوات التي تم إتباعها في التصميم ما يلي :
- وضع عدة أفكار لتصميم الأجزاء الإضافية للكرسي .
 - دراسة تحليلية لكل فكرة و اختيار الفكرة المناسبة .
 - رسم مبسط لأجزاء التصميم و طريقة تركيبها .
 - وضع الأبعاد المناسبة لكل جزء من أجزاء التصميم .
 - إختيار المواد الخام المناسبة للتصميم ، و المتوفرة في السوق .
 - حساب القوى و الإجهادات المؤثرة على أجزاء التصميم و التأكد من سلامتها تحت تلك التأثيرات .
 - حساب أكبر قيمة للعزم الدوراني عند بدء الحركة لكل من مولدي الحركة المستخدمين.
 - معرفة مواصفات و نوعية مولد الحركة المناسب للإستخدام .
 - اختيار المكان المناسب لكل من المولدين و البطارية الكهربية المستخدمة و طريقة تثبيتها .
 - إختيار الأفكار والطرق الصحيحة للتحكم في حركة و سرعة المولدين.
 - اختيار أفضل طريقة للتنفيذ .
 - البدء في التنفيذ .

4-4 الخطوات العملية المتبعة في التنفيذ

- الخطوات المتبعة في التنفيذ هي كما يلي :
- 1- شراء أجزاء التصميم التي لا يمكن تصنيعها في ورشة القسم مثل كراسي التحميل (Bearings) ، و حلقة الإحكام على كراسي التميل (Snap rings) .
 - 2- تحديد العمليات التشغيلية التي يمر بها كل جزء من أجزاء التصميم .
 - 3- تشغيل المواد الخام و إنتاج أجزاء التصميم بالأبعاد المحددة .
 - 4- تجميع و تركيب أجزاء التصميم في المكان المخصص لها على الكرسي الآلي و التأكد من مطابقتها للمواصفات المطلوبة .
 - 5- طلاء تلك الأجزاء بلون مختلف عن لون الكرسي لتوضيحها .
 - 6- تجربة الخطوات التشغيلية وعمل المولدين والتأكد من مقدرتهم في الدوران في إتجاه و عكس إتجاه عقارب الساعة.
 - 7- التحكم في سرعة المحركات بإستخدام أنظمة مقاومة و تحكم.

4-5 ميكانيكية التصميم

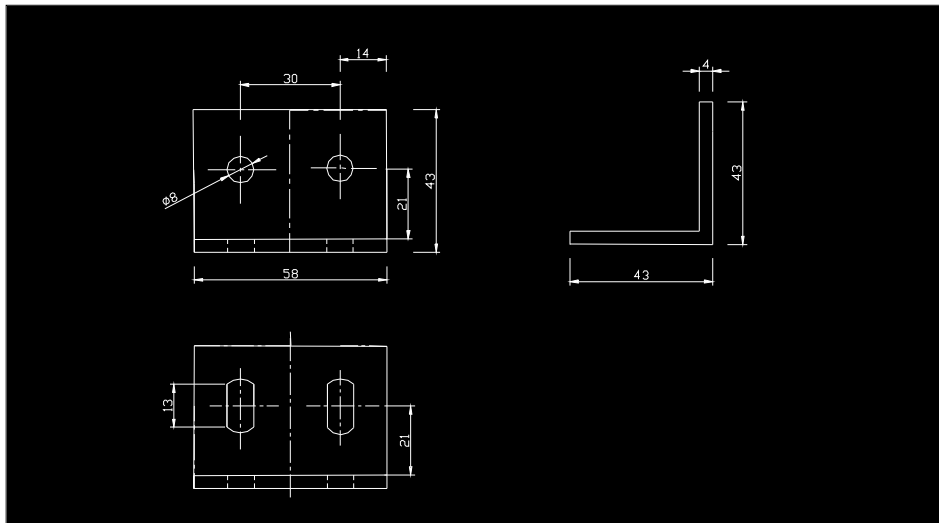
يعتبر القسم الميكانيكي من التصميم هو القسم الأساس في هذا المشروع ، وذلك لأنه من تخصص مهندس الإنتاج ، و لأنه يشتمل على أكثر من 70 % من التصميم ، و يحتاج إلى قدر كبير من العمل ، كما أنه يحتاج إلى مقدار كبير من حسابات التصميم و ذلك للتأكد من سلامة الأجزاء و مقدار تحملها للقوى المؤثرة عليها .

4-5-1 الأجزاء المضافة للتصميم (بالقسم الميكانيكي)

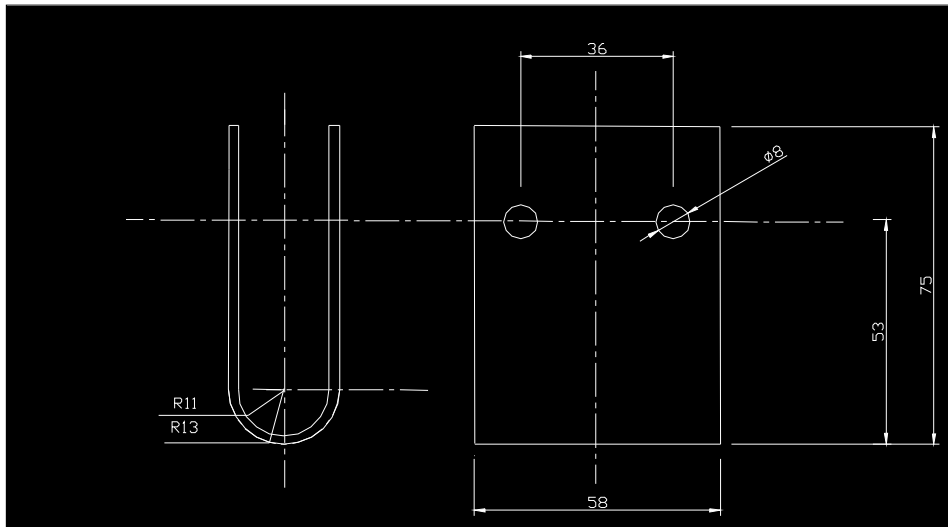
الأجزاء الآتية تمثل الأجزاء التي تم إضافتها في الجزء الميكانيكي للمشروع و هي كالآتي :

Horizonta Plate	: 1 . الجزء رقم
Shaft	: 2 . الجزء رقم
Bearing	: 3 . الجزء رقم
The base of the two motors	: 4 . الجزء رقم
The L-shape support	: 5 . الجزء رقم
The U-shape support	: 6 . الجزء رقم
Circular Plate of Wheel	: 7 . الجزء رقم
Coupling	: 8 . الجزء رقم
Vertical Column	: 9 . الجزء رقم
Horizontal Column	: 10 . الجزء رقم
Battery Base	: 11 . الجزء رقم

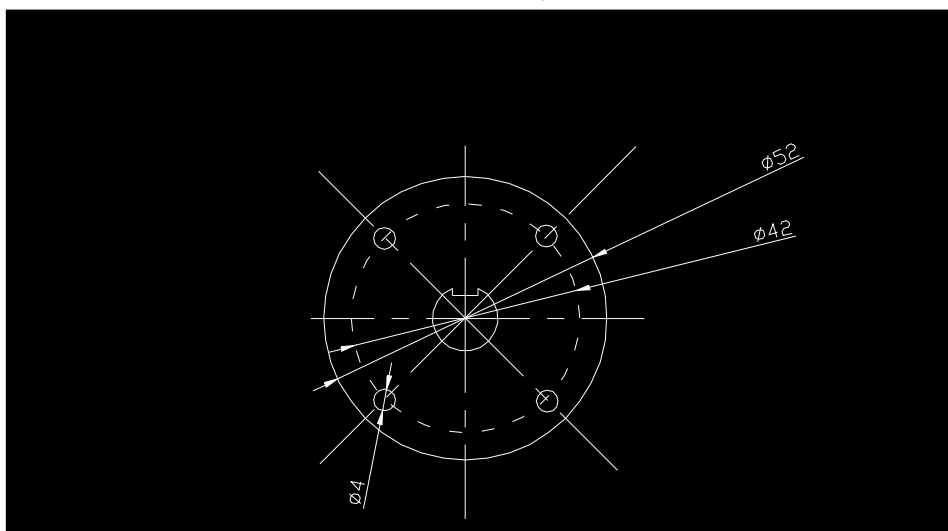
لقد تم إجراء حسابات ميكانيكية لتصميم كل جزء من أجزاء الكرسي المضافة إليه ولعدم وجود سعة في البحث ونظرا لكونها حسابات تخصصية بحتة، سيتم إدراج تفاصيل الحسابات إن شاء الله في بحث علمي آخر والأشكال القادمة (شكل 1 , شكل 2, شكل 3 و شكل 4) على حساب المثال يوضحوا الأجزاء من الجزء الخامس إلى الجزء الثامن في الأجزاء المذكورة سابقا.



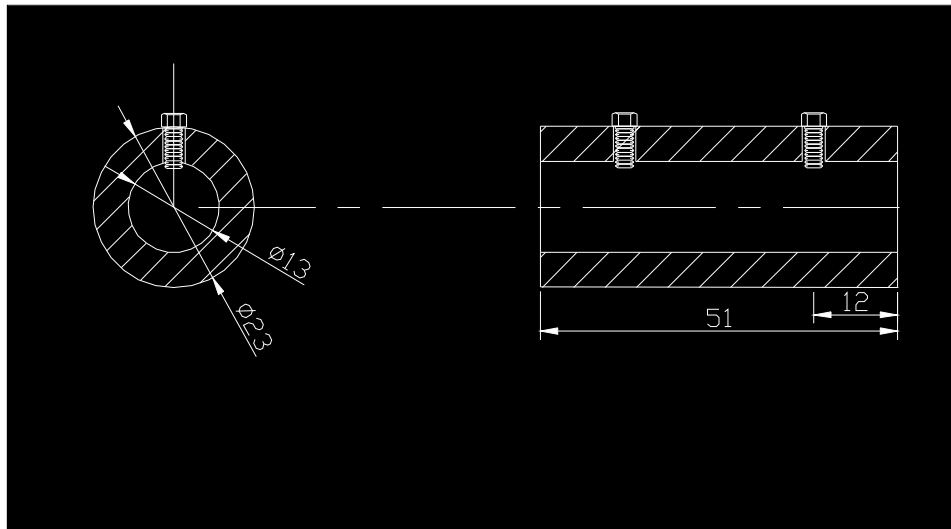
شكل 1: الجزء رقم 5 The L-shape support



شكل 2: الجزء رقم 6 The U-shape support



شكل 3: الجزء رقم 7 Circular Plate of Wheel



شكل 4 : الجزء رقم 8 : Coupling

2-5-4 معلومات عن المواد المستخدمة

1. Wheel chair material :

Type : Stainless stell.

Bs No : 403S17

E (Modulus of elasticity) = 190 G. Pa

Sy (Yield strength) = 241 M. Pa.

F O. S. (Factor of safety) = 2

Allowable = sy/f.o.s. = 120.5 M. Pa

2. Shaft material :

Type : Carbon steel.

No. : 40

E = 207 G. Pa

Sy = 430 M. Pa.

F. O. S. = 2

Allowable = sy/f.o.s. = 215 M. Pa.

3. Other parts material :

Type : Carbon steel.

No. : 36

E = 207 G. Pa

Sy = 525 M. Pa

F. O. S. = 2

Allowable = Sy/ F. O. S. = 262.5 M. Pa

4-6 بعض مشاكل التصميم و التنفيذ و طرق حلها

أثناء عمليات التصميم و التنفيذ, كان هنالك بعض المشاكل. الجزء القادم من البحث يوضح بعضا من المشاكل الرئيسية وكيف أمكن التغلب عليها.

4-6-1 المشكلة الأولى

صعوبة إيجاد التصميم المناسب مع إبقاء الإطارين الخلفيين في مكانها الأساسي ، وذلك لعدم وجود مكان مناسب لكروسي التحميل (Bearings) و لصعوبة مرور عمود الدوران من خلال فتحة التثبيت المستخدمة .
طريقة حلها

عمل قطعتين لكل جانب من جوانب الكروسي يركب عليها كروسي التحميل (Bearings) و ينقل موضع تثبيت كل من الإطارين الخلفيين إلى الموضع الجديد المناسب للتصميم .

4-6-2 المشكلة الثانية

صعوبة استخدام صندوق تروس لعكس الحركة الدورانية و التحكم في إتجاه حركة الكروسي ، وذلك بمراعاة ظروف المستخدم للكروسي و لصعوبة التحكم في السرعة بدقة .

طريقة حلها

استخدام مولدين لهما تيار مستمر DC لعكس الحركة الدورانية و للتحكم في إتجاه حركة الكروسي عن طريق التفاوت في السرعتين الدورانية للمولدين ، و ذلك باستخدام نظام مقاومة متغيرة تتحكم في شدة التيار المار بها إلى كل مولد ، و وضع مفاتيح التحكم بجانب يد المستخدم للتحكم في ذلك بسهولة .

4-6-3 المشكلة الثالثة

عدم مقدرة الكروسي عن الحركة عند إنقطاع التيار الكهربائي المأخوذ من البطارية و ذلك لأن المولدين المستخدمين في الحركة لا يمكن دوراهما باليد بسبب التركيب الداخلي المكون من الترس الدوية (Worm and worm gear)

طريقة حلها

تصميم قارنة (Coupling) تربط بين عمود الدوران الخارجي من المولد و عمود الدوران المثبت في الإطار ، و مثبتة بمسمار لكل عمود . و بواسطة حل بسيط للمسمار المثبت لعمود الدوران في القارنة يمكن للكروسي أن يتحرك يدوياً .

4-6-4 المشكلة الرابعة

صعوبة ربط جميع أجزاء التصميم بمسامير الربط و خاصة للجزء الحامل لكروسي التحميل (Bearings) .

طريقة حلها

إن من أفضل الطرق الفعالة لحل هذه المشكلة هو عن طريق استخدام اللحام بدلا من عملية الربط للأجزاء التي لا يمكن ربطها أو تثبيتها بمسامير .

4-6-5 المشكلة الخامسة

عدم العثور في السوق المحلي على المقاومات المتغيرة المستخدمة للتحكم في السرعة الدورانية للمولدين .
طريقة حلها: أمكن التحكم في هذه المشكلة بإستبدال تلك المقاومات الكهربائية بإستخدام دوائر إلكترونية للتحكم في السرعة الدورانية للمولدات المستخدمة .

5. حساب التكلفة الإجمالية للمشروع

الجدول التالي (جدول 1) يوضح التكاليف للقطع المختلفة المستخدمة في هذا المشروع. العمود الأول يوضح الأجزاء بينما العمود الثاني يوضح أعداد تلك الأجزاء, بينما العود الأخير يوضح التكلفة لكل من تلك الأجزاء المختلفة. أخيرا, الصف الأخير في الجدول يوضح التكلفة الإجمالية للمشروع. علما بأن تلك التكلفة الإجمالية للمشروع تشمل بجانب القطع المضافة للمشروع, تشمل تكاليف أخرى مختلفة كتكاليف الطلاء و العمال ... إلخ.

الجدول 1 : تكلفة أجزاء المشروع المختلفة

التكلفة بالريال السعودي	العدد	اسم الجزء
350	1	الكرسي
2822	2	مولد طاقة كهربائي
105	1	بطارية
20	4	كراسي تحميل (Bearings)
8	4	حلقة الإحكام (Snpring)
500	-	الأجهزة الكهربائية المستخدمة
1000	-	تكلفة التصنيع
100	1	تكلفة شاحن البطارية
200	-	تكلفة التركيب
70	-	طلاء الأجزاء (بويه)
5175		المجموع

يوجد هناك أنواع مختلفة من الكراسي الكهربائية الموجودة في السوق ، و الجدول التالي يبين بعضاً من هذه الأنواع المتوفرة لدى مؤسسة العيينة .

الجدول التالي (جدول 2) يوضح بعض المعلومات العامة و المواصفات المختلفة لبعض الكراسي التجارية المتوفرة

وذلك عن طريق أربعة أنواع مختلفة من تلك الكراسي الخاصة بالمعاقين ولقد تم إختيار تلك الأنواع لأنها تعتبر من الأنواع المشهورة.

العمود الأول يوضح الإسم التجاري للكرسي و العمود الثاني يوضح طول الكرسي و العمود الثالث يوضح عرض الكرسي بينما يوضح العمود الرابع إرتفاع العمود (كل الأبعاد مأخوذة بالسنتيمتر).
سرعات تلك الكراسي (بالكيلومتر لكل ساعة) موضحة في العمود الخامس بينما درجة الدوران لكل كرسي موضحة في العمود السادس و أما بالنسبة الإستيعابية القصوى لكل كرسي فهي موضحة في العمود السابع (بالكيلوغرام).
أخيرا، العمود الثامن و الأخير يوضح السعر النهائي في السوق لكل من تلك الكراسي التجارية المختلفة.

الجدول 2 : المواصفات المختلفة لبعض الكراسي التجارية المتوفرة

مواصفات الموديلات	الطول (سم)	العرض (سم)	ارتفاع المقعد (سم)	السرعة (كلم/ساعة)	درجة الدوران	الحمولة (كغم)	السعر (الريال السعودي)
شوفير 200	105	10	55	9	99	158	10780
شوفير 235	112	65	58	8	95	203	15369
باورتشير 255	105	65	75	6	69	203	17912
كوانتم 400	119	65	57	8	168	203	17234

الجدول التالي (جدول 3) يوضح و يبين مواصفات المقعد للأنواع المختلفة من الكراسي المذكورة سابقاً .

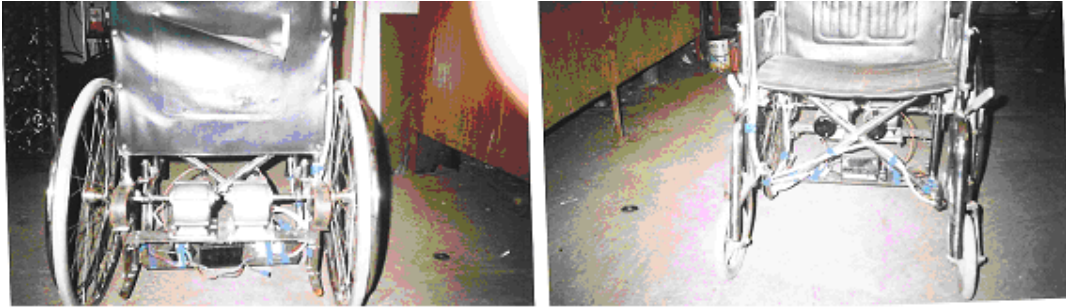
الجدول 3 : مواصفات المقعد للأنواع المختلفة من الكراسي

الإرتفاع الإجمالي	104 سم
العرض الإجمالي	81 سم
إرتفاع الظهر عن المقعد	69 سم
العرض بين المساند	53 سم
عمق المقعد	53 سم
إرتفاع المقعد عن الأرض	8 سم
المسافة من مؤخرة المقعد إلى حد الأرجل	104 سم

الصورتان (صورة 3 و صورة 4) توضحان الكرسي من عدة زوايا بعد التعديل.



صورة 3: منظر جانبي للكرسي بعد التعديل.



صورة 4: مناظر معددة للكرسي بعد التعديل.

1. الخلاصة و التوصيات

إن مجهودات البحث و الدراسة أثمرت عن تصميم كرسي كهربائي متطور للمعاقين وبسعر معقول وذلك عن طريق إضافة تحسينات و تطويرات إلى الكرسي. وتمثل تلك التطورات في إضافة أجزاء ميكانيكية للكرسي لتحويل حركته من الحركة اليدوية التقليدية إلى الحركة الآلية و بدرجة جيدة من الأداء. لقد تم البدء في هذا العمل منذ قرابة عام و تم خلال ذلك العام ترتيب كل التعديلات و تجهيز و تصنيع كل القطع التي يتلزم عملها في الورش الهندسية و تركيبها في الكرسي ويتم الآن إجراء الإختبارات النهائية على عمل الكرسي و تقييم أداءه المتطور.

و يمكن تلخيص بعض ما تم إنجازه في المشروع في النقاط التالية:

- 1- معرفة مدى إمكانية توافر القطع التي يحتاج إليها المصمم قبل البدء في التصميم .
- 2- معرفة التكلفة الإجمالية للمشروع و مقارنتها بتكلفة المشاريع الأخرى المماثلة .
- 3- البعد عن التعقيد أثناء التصميم .
- 4- متابعة تنفيذ المشروع بدقة ، و محاولة تفادي وقوع الأخطاء .
- 5- تصميم قطع إضافية يسهل تركيبها على معظم أنواع الكراسي المصنعة .
- 6- ابتكار طريقة تسهل على المستخدم تحويل الحركة الكهربائية إلى حركة يدوية أو العكس عند الحاجة إلى ذلك .

بمقارنة الجدولين (جدول 1 و جدول 2) يتبين لنا أن هناك فرق واضح و توفير بين و معتبر في التكلفة الإجمالية للسعر بين الكراسي الكهربائية التجارية و الكرسي الذي تم العمل فيه في هذا البحث والذي يتجاوز الفرق بين أقلها تكلفة و بين الكرسي المطور مدار البحث أكثر من 50% والله الحمد. تدل هذه النتائج و تعطي مؤشرا على تحقيق واحد من أهم أهداف هذا البحث متمثلا في تحقيق توفير و تقليل التكلفة الإجمالية للكرسي.

تعتبر التكلفة الإجمالية للمشروع منخفضة مقارنة بتكلفة الكراسي الكهربائي الموجود في السوق ، حيث أن أسعارها تتفاوت ما بين (10000) عشرة آلاف ريال سعودي إلى (20000) عشرين ألف ريال سعودي فأكثر.

سيتم إن شاء الله بيان النتائج النهائية لأداء الكرسي مقارنة مع الموجود حاليا في الأسواق حالما يتم الإنتهاء منها. وسيتم إن شاء الله توضيح الإقتراحات المستقبلية لرفع و تحسين أداء الكرسي.

و بعد كل ما تحقق لنا من إنجاز في هذا المشروع، أتوجه بالشكر لله سبحانه و تعالی و الشكر الجزيل لما يسره لنا و أرشدنا إليه من الأفكار و الأعمال التي بنينا عليها مشروعنا ثم أشكر فريق الطلبة الذين عملوا في هذا المشروع

في قسم الهندسة الميكانيكية بكلية الهندسة و العمارة الإسلامية بجامعة أم القرى بمكة المكرمة.
و نرجو من الله سبحانه و تعالى أن يكون هذا المشروع نافعاً لكل من يحتاج إليه من المسلمين، ولكل من اطلع
عليه. و الله ولي التوفيق ،،،،،،،،

المراجع والمصادر

1. Stover S, DeLisa J, Whiteneck G. Spinal cord injury: clinical outcomes from the model systems. Gaithersburg, MD: Aspen; 1995.
2. Nelson AL, Malassigné PM, Amerson TL, Binard J, Saltzstein R. Descriptive study of bowel care practices and equipment in spinal cord injury. *Spinal Cord Injury Nurs* 1993;10(2):65-7.
3. Malassigné PM, Nelson AL, Amerson TL, Binard J, Saltzstein R. Design of a new bowel care chair for spinal cord injury: a pilot study. *Spinal Cord Injury Nurs* 1993;10(3):84-90.
4. Nelson AL, Malassigné PM, Murray J. Comparison of seating pressures on three bowel care/shower chairs in SCI: results of a pilot study. *Spinal Cord Injury Nurs* 1994;11(4):104-6.
5. Malassigné PM, Nelson AL, Murray J. Determination of static stability of bowel care/shower chairs. *Proceedings of the 17th Annual RESNA Conference; 1994 Jun 17-22; Memphis, TN. Washington, DC: RESNA Press; 1994. p.318-20.*
6. Malassigné PM, Nelson AL, Amerson TL, Saltzstein R, Binard J. Evaluation of three bowel care-shower chairs. *Proceedings of RESNA International '92; 1992 Jun 7-10; Toronto, ON, Canada. Washington, DC: RESNA Press; 1992. p. 271-3.*
7. Malassigné PM, Amerson TL, Nelson AL. Determination of static stability of bowel care/shower chairs in spinal cord injury. *Proceedings of the 17th Annual RESNA Conference; 1994 Jun 17-22; Memphis, TN. Washington, DC: RESNA Press; 1994. p. 318-20.*
8. Malassigné PM., Nelson AL, Cors M, Amerson TL. Design and development of a new commode-shower chair. *Proceedings of the 20th Annual RESNA Conference; 1997 Jun 20-24, Pittsburgh, PA. Washington, DC: RESNA Press; 1997. p. 202-4.*
9. American National Standards Institute (ANSI)/Rehabilitation Engineering Society of North America (RESNA). Wheelchair standards. Washington, DC.: RESNA Press; 1990.
10. Zejdlik CP, editor. Management of spinal cord injuries. 2nd ed. Boston: Jones & Bartlett Publication Company; 1992.
11. Malassigné PM., Nelson AL, Cors M, Amerson TL. Design of the Advanced commode-shower chair for spinal cord-injured individuals. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, Vol. 37 No. 3, May/June 2000.