

# کاربرد روش QFD در طراحی مسواک معلولان آسیب نخاعی گردنی (تتراپلژی)

حسن صادقی نایینی<sup>۱\*</sup>، سیده میترا رفیعی<sup>۲</sup>

## چکیده

مقدمه: آسیب نخاعی، عملکرد فیزیکی از دسته رفته‌ای است که ضمن بروز محدودیت‌های جسمانی قادر است زیان‌های روانی، اجتماعی و اقتصادی نیز به همراه آورد. سلامت دهان و دندان به عنوان یکی از موارد مرتبط با کیفیت فیزیکی زندگی شناخته شده است. فراهم‌سازی شرایطی برای استقلال هر چه بیشتر این افراد در مسواک زدن می‌تواند به ارتقا سطح بهداشت دهان و دندان کمک نماید. هدف از این مقاله، ارائه الگوهای مناسب برای طراحی مسواک با تاکید بر معلولان تتراپلژی است.

روش بررسی: این مقاله بر اساس روش تحقیق موردی به انجام رسیده است. روش‌های متعددی از جمله مشاهده، مصاحبه و استفاده از روش گسترش کیفیت خدمات (QFD) برای جمع‌آوری اطلاعات به کار گرفته شد. جامعه آماری بکارگرفته شده در این تحقیق تعداد ۱۰ نفر معلول آسیب نخاعی گردنی (C5-C7) می‌باشد. روش QFD در این پژوهش بر اساس خواسته‌های مشتری، ویژگی خدمت و عملیات فرآیند اجرا شد.

نتایج: نتایج نشان می‌دهد که، دسته مسواک با توجه به محدودیت‌های حرکتی معلولان و بررسی مجدد ابعاد کف دست آنها باید از گیرش به جای چنگش استفاده شود و همچنین با توجه به دامنه حرکتی مشترک بین معلولان، چرخش مجموعه برس در دو جهت و ثابت شدن برس در ۴ درجه، زاویه بین برس مسواک و دسته در نظر گرفته شده است.

نتیجه‌گیری: با عنایت حاصله اینگونه به نظر می‌رسد که برای طراحی محصول باید به وزن، سادگی، مواد به کاررفته در محصول، توجه شود. به دلیل گیرشی بودن دسته مسواک مقدار کمی فشار بر روی دست الزامی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: تتراپلژی، ابزاردستی، QFD

<sup>۱\*</sup> دانشیار گروه طراحی صنعتی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران.  
<sup>۲</sup> کارشناسی ارشد طراحی صنعتی دانشکده معماری و شهرسازی دانشگاه علم و صنعت ایران، آمل، ایران.

\* (نویسنده مسول): تلفن تماس: ۰۹۱۲۲۷۷۳۳۷۱، پست الکترونیک: naeini@iust.ac.ir

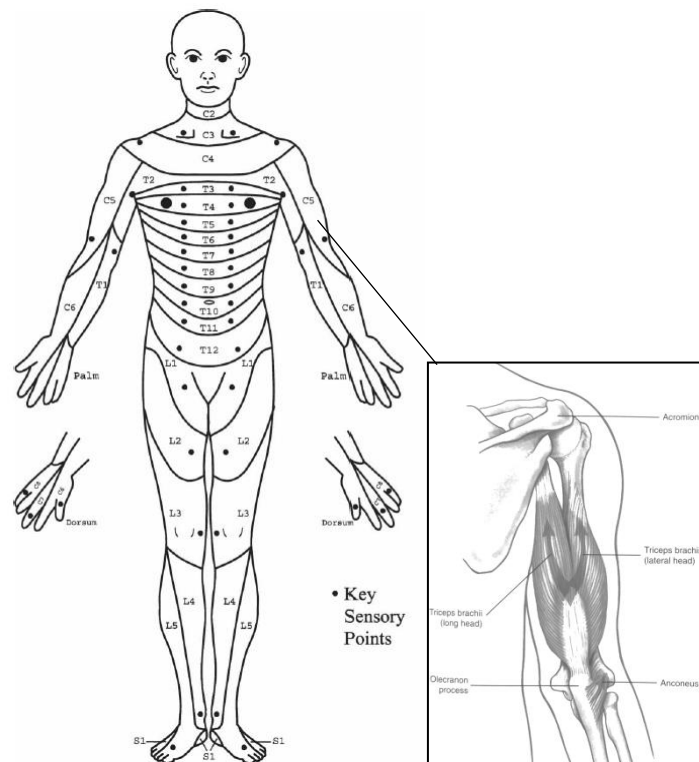
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۶/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۱۲/۲۳

## مقدمه

یکی از عوارض جسمانی که تعداد زیادی از افراد با آن درگیر هستند آسیب‌های نخاعی است که علاوه بر بروز محدودیت‌های حرکتی و مشکلات و زیان‌های روانی، اجتماعی و اقتصادی را با خود به همراه می‌آورد (۱). بنا به آمارهای وزارت بهداشت ۷۰ هزار بیمار ضایعه نخاعی در کشور وجود دارند که از این میان ۱۶ هزار بیمار ضایعه نخاعی تحت حمایت‌های سازمان بهزیستی هستند و آمار ارائه شده از سوی وزارت بهداشت با خدمات بهزیستی منافاتی ندارد (۲). تمام صدمات نخاع گردن در انطباق با عملکرد اندام فوقانی بر اساس سطح و میزان آسیب نخاعی، درجات مختلف می‌یابد (۳،۴). نخاع کانال ارتباطی است که از طریق آن اطلاعات حسی و حرکتی بین مغز و بدن رد و بدل می‌شود (۵). ۸ ریشه عصبی گردن C1-C7 می‌باشند و ریشه عصبی هشتم بین C7 و T1 می‌باشد (۵). تتراپلژی این واژه به اختلال و یا از دست دادن حرکت، یا عملکردهای حسی در بخش‌های گردنی نخاع اشاره می‌کند که به دلیل آسیب عناصر عصبی در کانال نخاعی به وجود می‌آید (۵). افراد با آسیب در سطح C2-C4 ممکن

است عملکرد بازو یا دست نداشته باشند، در حالی که افراد با آسیب در سطح C5 که سطح رایج‌تری است عملکردشان در شانه و آرنج محدود شده باشد (۳). افراد با آسیب در سطح C6 ممکن است کشش مچ دست داشته باشند اما با وضعیت بهتر در برخی از توانایی‌های عملکردی، ولی هنوز فاقد حرکت از ماهیچه سه‌سر هستند که در C7 محفوظ است (شکل ۱) (۳). در سطح آسیب‌های C5 و C6 و یا بیشتر که توانایی عضلات تحت کنترل اراده کم می‌شود وجود روش‌های جایگزین الزامی است (۴). با توجه به استانداردهای بین‌المللی طبقه‌بندی قطع نخاع، آسیب نخاعی به دو صورت کامل یا ناقص می‌باشد که از نظر عملکردهای عصبی متفاوت می‌باشند (۳). در افراد مبتلا به تتراپلژی ناقص اغلب ورودی‌های حسی و خروجی‌های حرکتی تغییر می‌یابد (۳). سطح و میزان ضایعه بر سطح استقلال بیمار تاثیرگذار است (۱،۶،۷). بهداشت دهان و دندان از بدو تولد آغاز می‌شود. که ممکن است حمایت فعال مراقبین را برای کمک به مسواک‌زدن نیاز داشته باشد (۸).



شکل ۱. نمایش بخش‌های مختلف از عملکرد مهره‌های ستون فقرات با تاکید بر ماهیچه سه‌سر (۵،۹)

از عوامل مهم در پوسیدگی دندان: عادات بیمار در مورد بهداشت دهان و دندان (۱۰)، دسترسی به موقع به مراقبت‌های دندانپزشکی مناسب به موقع (۸) می‌باشد. از دست دادن دندان‌ها نه تنها برای سلامت فیزیکی پیامدهایی دارد (۱۱)؛ بلکه سلامت کلی افراد را در همه جوامع تحت‌تاثیر قرار می‌دهد (۱۲) و موجب اختلال در زندگی می‌گردد (۱۳). ضعف سلامت دهان و دندان می‌تواند اثرات منفی بر عزت نفس، کیفیت زندگی و سلامت عمومی داشته باشد (۸). محد مسعود و همکاران (۲۰۱۴) و پی لیو (۲۰۱۴) در تحقیق خود به این نکته اشاره کردند که سلامت دهان و دندان به عنوان یکی از موارد مرتبط با کیفیت فیزیکی زندگی شناخته شده است. بهبود سطح بهداشت دهان و دندان در افراد مبتلا به اختلال یا ناتوانی یک موضوع مهم برای خدمات مراقبت از دندان است (۸). کازوهیکو ناکانو و همکاران (۲۰۰۸) در تحقیق خود به این نکته اشاره کرده‌اند که مسواک‌زدن اساسی‌ترین روش در حفظ بهداشت دهان و دندان فرد می‌باشد. با عنایت به موارد یاد شده اهمیت توجه به سلامت دهان و دندان و با تاکید بر گروه هدف این مطالعه یعنی معلولین تتراپلژی، از آنجایی که یکی از راهکارهای اصلی برای بهبود سلامت دهان و دندان می‌تواند مسواک زدن توسط خود افراد و یا مراقبین که در زندگی روزمره آن‌ها حضور دارند، باشد (۱۴، ۱۰). لذا فراهم‌سازی شرایطی برای استقلال هر چه بیشتر این افراد در مسواک‌زدن می‌تواند به ارتقا سطح بهداشت دهان و دندان کمک نماید. شایان ذکر است که این افراد به دلیل بالابودن هزینه‌های مراقبت اغلب از پرستار استفاده نمی‌کنند در نتیجه بهداشت دهان و دندان در این افراد معایبی دارد که ضعف مهارت عمومی در استفاده از مسواک یا ابزارهایی برای مسواک زدن دندانپایشان و صحیح مسواک زدن را ایجاد می‌کند (۱۴). هدف اصلی از انجام این مقاله تطبیق مسواک دستی بر اساس نیازهای افراد آسیب نخاعی گردنی (تتراپلژی C۵ تا C۷) می‌باشد.

### روش بررسی

در این بررسی موردی مقطعی، از طریق مطالعه میدانی و مصاحبه و همینطور مطالعات کتابخانه‌ای اطلاعات لازم به دست آمد. در فرآیند مصاحبه نمونه‌ها به صورت داوطلبانه بررسی شدند. منطقه انتخابی بر اساس

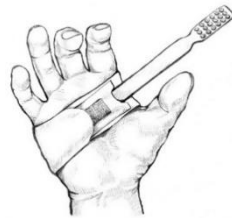
محل سکونت محقق انتخاب شد. این توضیح لازم است که اطلاعات اولیه نمونه‌های مورد نظر از اداره بهزیستی آمل کسب گردید. برای افزایش سطح اعتماد در تحقیق به دلیل لزوم تکمیل نمونه‌ها از اطلاعات مرکز ضایعات نخاعی بابل و مرکز جانبازان ساری هم استفاده گردید که تعداد ۷ مورد به آن‌ها اضافه شد. از تعداد ۱۲ نفر آسیب نخاعی گردنی در منطقه آمل ۶ نفر با درخواست همکاری در تحقیق موافقت کردند که تعداد ۲ نفر بی‌سواد و تعداد ۱ نفر با حرکت کامل دست از تحقیق حذف شد. از تعداد ۴ نفر آسیب نخاعی گردنی در مرکز جانبازان ساری تعداد ۳ نفر با درخواست همکاری در تحقیق موافقت کردند. در منطقه بابل از تعداد ۲۰ نفر آسیب نخاعی گردنی با ۴ نفر مصاحبه صورت گرفت. نهایتاً جامعه آماری این تحقیق تعداد ۱۰ نفر آسیب نخاعی گردنی (C۷-C۴) می‌باشد که طی ۱۰ روز مصاحبه انجام گرفت. علاوه بر نمونه‌های آسیب نخاعی برای جمع‌آوری اطلاعات تخصصی در مورد طراحی محصول (مسواک) مصاحبه‌هایی با کارشناسان طراحی صنعتی به تعداد ۶ نفر انجام شد. در این مطالعه از روش گسترش کیفیت خدمات (QFD) استفاده شد که در ادامه شرح روش مزبور ارائه شده است.

روش‌های مختلفی برای مدیریت طراحی و تولید محصول با تاکید بر مدیریت رقابت در بازار وجود دارد؛ منجمه روش QFD. در این روش نیازها و خواسته‌های مشتری تحت عنوان ندای مشتری، در فرآیند تولید و طراحی محصول وارد می‌شوند، فرآیند جمع‌آوری اطلاعات از مشتریان، فرآیندهای طراحی اولیه محصول، تکمیل فرآیندهای طراحی با توجه به تکنیک تولید و همچنین ملاحظات بازار و رقبا از دیگر ویژگی‌های این روش است. بدیهی است بر اساس این روش می‌توان ملاحظات روش‌های ارگونومیکی را در فرآیند طراحی و تولید محصول مشتری‌مدار اعمال نمود. با توجه به دامنه گسترده کاربرد این روش سازمان‌یافته، انتظار می‌رود آگاهی متخصصین طراحی و ارگونومی از این روش و کاربرد آن در فرآیندهای طراحی به نتایج معتبرتری بینجامد.

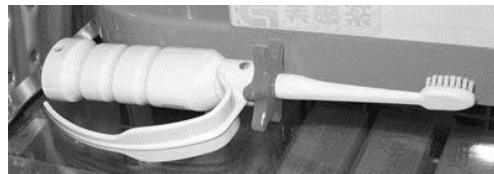
روش QFD در این پژوهش بر اساس سه جدول: خواسته‌های مشتری، ویژگی خدمت و عملیات فرآیند پیاده شد و به دلیل عدم وجود تولیدکننده جدول چهارم (الزامات عملیات)، که امکان‌سنجی تولید در آن بررسی

برای معلولان آسیب‌نخاعی گردنی (۱۶) می‌باشد (شکل ۳).  
و تصویر سوم پروتوتایپ مسواک طراحی شده می‌باشد  
(شکل ۴). تصویر اول با علامت (▲) در نمودار مشخص  
گردید. تصویر دوم با علامت (□) در نمودار مشخص گردید  
و تصویر سوم با علامت (●) مشخص گردید. در جداول  
"خواسته‌های مشتری" و "ویژگی‌های خدمات" از تعداد  
۱۰ کاربر در بخش همسنجی مشتری، در مورد نمونه  
مسواک طراحی شده پرسشگری به عمل آمد. علاوه بر  
موارد یادشده در جدول ویژگی‌های خدمات از تعداد ۳  
متخصص طراح صنعتی در بخش همسنجی فنی جداول،  
در مورد نمونه راهنمایی بین‌المللی مراقبت بهداشت از  
دهان و دندان نظرسنجی شد.

می‌شود حذف گردید. اهمیت مشتری در دو جدول  
خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های خدمات توسط افراد  
تتراپلژی (C۴-C۷) تکمیل گردید و جدول عملیات فرآیند  
توسط متخصصین طراحی صنعتی تکمیل گردید. از جداول  
خواسته‌های مشتری و ویژگی‌های خدمات که اهمیت  
مشتری آن از نظر کمی کمتر از ۷ به دست آمد در جدول  
بعدهی حذف گردید. به منظور همسنجی رقابتی و  
همسنجی فنی دو محصول از بین نمونه‌های پیشنهادی  
برای معلولان آسیب‌نخاعی انتخاب گردید و با پروتوتایپ  
مسواک طراحی شده مقایسه گردید. تصویر اول از نمونه  
راهنمایی‌های بین‌المللی مراقبت از دهان و دندان در  
افراد با معلولیت‌های توسعه یافته می‌باشد (۱۵)  
(شکل ۲). تصویر دوم نمونه‌ای از تصویر مسواک یافت شده



شکل ۲. نمونه‌ای از راهنمایی‌های بین‌المللی مراقبت از بهداشت دهان و دندان - نوار چسب‌دار که مسواک در شیار آن قرار می‌گیرد (۱۵)



شکل ۳. مسواک برای معلولان آسیب‌نخاعی دست - دسته مسواک به منظور ماندگاری در دست پشت دست را پشتیبانی می‌کند (۱۶)



شکل ۴. پروتوتایپ مسواک طراحی شده توسط محقق - تهیه شده توسط محقق در کارگاه لیزر دانشگاه علم و صنعت ایران

### گسترش کیفیت خدمات (QFD: Quality Function Deployment)

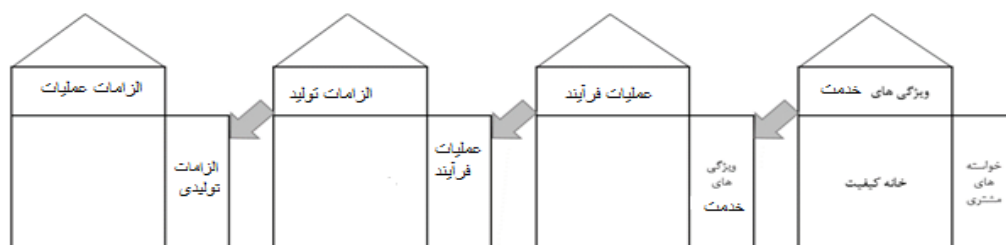
بر می‌گیرد (۱۷). گسترش عملکرد کیفیت در سال ۱۹۷۲  
از ژاپن سرچشمه گرفت و به عنوان یک روش برای  
سازگاری بهبود کیفیت محصولات در شرکت‌های ژاپنی، از  
جمله میتسوبیشی، تویوتا و تامین‌کنندگانشان بود (۱۸).

گسترش کیفیت خدمات یک روش فنی-مهندسی در  
عین حال مدیریتی محسوب می‌شود که اهدافی دو سویه  
را مشتمل بر حصول اطمینان از نیازهای برآورده شده  
کاربران از یک سو و فرآیند موثر طراحی از سوی دیگر، در

داشت که این روش قادر به فراهم آوردن راه‌حلی برای یکپارچه‌سازی مشکلات ارگونومی در طراحی محصول می‌باشد (۲۲). سودا (۱۹۹۵) و سیوالوگانیسنو همکاران (۱۹۹۵) اظهار داشتند که روش QFD کاملاً با مهندسی همزمان هماهنگ است (۲۲). در مرحله اول (جدول اول) برای تبدیل خواسته‌های مشتری به ویژگی‌های خدمت، نخستین گام جمع‌آوری ندهای مشتریان است. سپس ندهای مشتری به خصیصه‌های خدمت که به عنوان "ویژگی‌های خدمت" شناخته می‌شوند ترجمه شده و با استفاده از نمودار همبستگی بین عوامل، ویژگی‌های خدمت به صورت مناسب گروه‌بندی می‌شوند. پس از کمی کردن سطح مطلوب هر ویژگی خدمت در ردیف مقادیر هدف در جدول خانه کیفیت در جای خود قرار می‌گیرد (۲۳). در مرحله بعد (جدول دوم)، ویژگی‌های خدمت که در مرحله اول شناسایی شده‌اند، به عملیات فرآیند و در مرحله سوم (جدول سوم) به الزامات تولید عملیات تبدیل می‌شوند. ویژگی خدمت، ویژگی‌های خواسته شده‌ای است که یک ندای مشتری را برآورده می‌سازد و باید به صورت اسم باشد (۲۳). (جدول ۱)

گسترش عملکرد کیفیت یک ترجمه مشخص از نام ژاپنی این روش می‌باشد: گسترش (ten kai)، کیفیت (shitsu)، عملکرد (kinou) (۱۹). گسترش عملکرد کیفیت یک روش مبتنی بر کار تیمی است، یک ابزار شناسایی برای ترجمه نیازهای مشتری به مشخصات فنی است که برنامه‌ریزی، طراحی، پردازش و تولید محصول را فراهم می‌کند (۱۹) و موجب برآورده شدن رضایت مشتری می‌شود (۱۹،۲۰). در این روش، فرآیند بررسی و ارزیابی از ماتریسی تحت عنوان خانه کیفیت آغاز می‌شود (۱۸). سیرلی و همکاران (۲۰۰۷) نیز اظهار داشتند QFD می‌تواند با ارزیابی مقادیر تاثیرگذار در طراحی در برآورده ساختن انتظارات و نیازهای مشتری به وسیله اولویت‌بندی الزامات طراحی بر اساس مهمترین ارزش‌ها کمک کند (۲۰). به کارگیری ماتریس و آنالیز ارزیابی اهمیت، برای شناسایی ویژگی‌های کیفی محصول و ارزیابی فن‌آوری‌های مهندسی که نیاز کاربر را تحت تاثیر قرار می‌دهد، انجام می‌گیرد (۲۱). هاپلاین و همکاران (۲۰۰۰) تایید کردند که روش QFD برای ایجاد ارتباط بین انتظارات مشتری و محصول تعریف شده است که امروزه بسیار به رسمیت شناخته می‌شود و می‌توان اظهار

جدول ۱. گسترش خواسته‌ها و نیازهای طراحی برای محصول، فرآیند و طراحی، برگرفته از هواران بریان و همکاران (۱۳۸۱)



پاسخ داده شده توسط مشتریان را قرار می‌دهیم. سپس درجه اهمیت مشتری را در هر یک از سطری که وسط جدول هستند و شامل اعداد ۰، ۱، ۳، ۹ می‌باشند به صورت ماتریسی ضرب می‌کنیم. امتیازات خام بدست می‌آید. (جدول ۲)

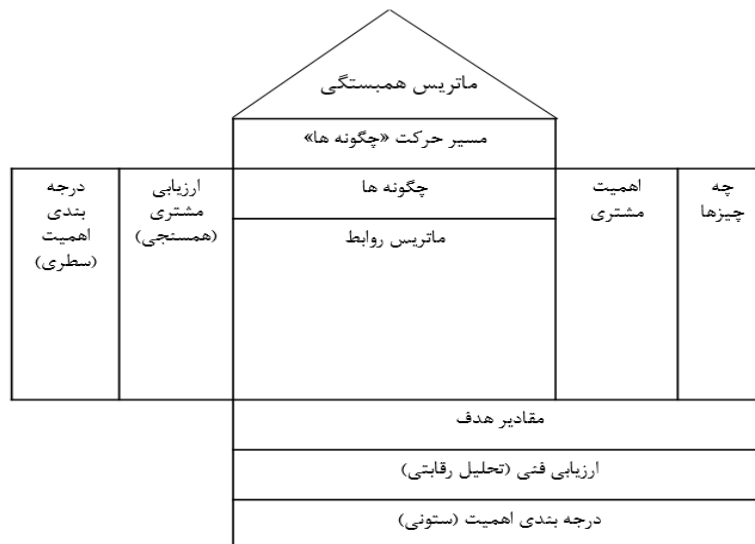
برای رتبه‌دهی ندای مشتری و ویژگی خدمت، مقیاس‌های نسبی مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای بدست آوردن وزن‌های سطری نسبی، ابتدا وزن‌های سطری مطلق را جمع می‌کنیم سپس هر یک از وزن‌های سطری مطلق را بر حاصل جمع آن‌ها تقسیم می‌کنیم. وزن نسبی بدست می‌آید، وزن نسبی را در عدد ۱۰۰ ضرب کرده،

بعد از اینکه ندهای مشتری و ویژگی‌های خدمت در جای خود قرار گرفتند، درجه رابطه بین آنها برای اولویت‌بندی مشخص می‌شود. در این کاربرد درجه رابطه قوی (امتیاز ۹ را در بر می‌گیرد که علامت آن \* است)، متوسط (امتیاز ۳ را در بر می‌گیرد که علامت آن + است)، ضعیف (امتیاز یک را در بر می‌گیرد که علامت آن - است) نشان داده می‌شود. با استفاده از ماتریس روابط تهیه شده، وزن‌های سطری ندای مشتری و وزن‌های ستونی ویژگی خدمت محاسبه شده‌اند. برای بدست آوردن وزن‌های سطری مطلق، درجه اهمیت مشتری را بدست می‌آوریم. بدین صورت که، میانگین هر یک از سوالات

انتها وزن‌های ستونی مطلق را از مجموع حاصل ضرب وزن‌های سطری مطلق در هر یک از ستون‌های وسط جدول که شامل اعداد ۰، ۱، ۳، ۹ می‌باشند به دست می‌آوریم. به دست آوردن درصد در این قسمت به معنی اولویت‌بندی ویژگی‌های خدمت می‌باشد.

درصد نسبی بدست می‌آید. بدست آوردن درصد بدین معنی است که ترتیب و اولویت‌بندی خواسته‌های مشتریان مشخص شده است. وزن‌های ستونی و وزن‌های سطری در خانه کیفیت به ترتیب معرف اهمیت نسبی ویژگی خدمت و خواسته‌های مشتریان می‌باشد (۲۳). در

جدول ۲. ماتریس خانه کیفیت (۲۵)



## نتایج

جداول ۳، ۴ و ۵ نتایج بکارگیری نظرات آزمودنی‌ها را در قالب روش QFD نشان می‌دهد.

مهم‌ترین ویژگی‌های خدمت به ترتیب وزن ستونی نسبی، دسته مسواک مختلف (۰/۱۷)، کارایی مختلف برس مسواک (۰/۱۵)، گیرش به جای چنگش (۰/۱۱)، نگهداری از مسواک و چندکاربرد بودن دسته (۰/۱۰)، شستشوی دهان توسط معلول (۰/۰۹)، عدم لیزش و وزن دسته مسواک (۰/۰۸)، آموزش استفاده (۰/۰۶) و نظرسنجی (۰/۰۵) می‌باشد.

بر اساس جهت بهینه‌سازی در جدول اول آیتم‌های نگهداری از مسواک، شستشوی دهان توسط معلول، عدم لیزش، گیرش به جای چنگش، دسته مسواک مختلف، چندکاربرد بودن دسته روند بهبود در محصول را نشان می‌دهد و آیتم حداقل وزن دسته مسواک تاکید بر کاهش وزن در محصول را نشان می‌دهد و آیتم‌های آموزش استفاده، نظرسنجی، کارایی مختلف برس مسواک مقدار ثابتی را به خود اختصاص داده‌اند.

در همسنجی رقابتی از طرف مشتریان محصول طراحی شده نسبت به محصول نمونه راهنمایی‌های بین‌المللی مراقبت از دهان و دندان، دارای هزینه بیشتری می‌باشد. در همسنجی فنی از طرف متخصصین محصول - طراحی شده در آیتم حداقل وزن دسته مسواک امتیاز کمتری نسبت به رقبا به خود اختصاص داد.

مهم‌ترین عملیات فرآیند به ترتیب وزن ستونی نسبی، بررسی محدودیت‌های حرکتی معلولان (۶/۸۱)، کاربرد مواد لاستیکی (۵/۷۶)، استفاده از سطح مقطع مناسب برای دسته (۴/۹۰)، بررسی ابعاد کف دست معلولان (۴/۰۴)، رده بندی سنی (۲/۸۵)، ضخامت دسته مسواک (۲/۷۴)، استفاده برای سایر ابزارهای روزمره (۲/۶۰)، شناسایی شیوه‌های مسواک زدن (۲/۶۶)، شناسایی نقاط فشار (۲/۶۰)، جمع‌آوری پیشنهادات بعد از استفاده (۲/۵۸)، ایجاد مکانیزم اتصال دسته به برس (۲/۴۳)، امکان جابجایی بین دو دست (۲/۲۲)، تعلیم از طریق دفترچه راهنما (۲/۰۳)، تعیین مدت زمان استفاده از مسواک (۱/۷۳)، تمرین عملی مسواک زدن (۱/۵۶)،

گرفتن برگه نظرسنجی به همراه محصول (۵/۰۹)، انتخاب مواد مناسب از نظر وزنی (۴/۸۳)، امکان نصب قاشق (۳/۷۰)، تعیین مرکز جرم چنگش و مجموعه برس قابل تعویض (۲/۲۹)، تعیین اندازه دسته مناسب (۲/۴۸)، برآورد قیمت تمام شده مقدار مواد به کار رفته نسبت به کاربرد مواد مختلف (۲/۲۵)، سایزبندی (۲/۲۴)، حذف سطوح با لبه تیز (۱/۳۰)، رنگ بندی (۱/۱۰)، نمایش گرافیکی استفاده (۰/۹۸)، استفاده از سلیکون و استفاده از پلاستیک فوم (۰/۰۳) می باشد.

استفاده از انواع روش های شستشوی دهان (۰/۱۰)، نصب مسواک به دیوار (۰/۰۶) می باشد.

در مورد آیتم چند کاربردی بودن دسته، محصول طراحی شده بیشتر از محصول رقیبان قابلیت انطباق با سایر ابزارهای روزمره را نشان می دهد. سایر موارد در دو همسنگی محصول طراحی شده در وضعیت برابر یا بهتر از رقبای قرار دارد. مهم ترین الزامات فرآیند به ترتیب وزن ستونی نسبی، انجام فرآیند توسط کاربر (۸/۸۴)، چرخش مجموعه برس در دو جهت و ثابت شدن برس در ۴ درجه (۷/۲۹)، زاویه بین برس مسواک و دسته (۶/۰۰)، تعیین دامنه حرکتی مشترک بین معلولان (۵/۷۲)، قرار

جدول ۳. نتایج حاصل از بررسی روابط بین خواسته های مشتری و ویژگی های خدمت، اهمیت مشتری و همسنگی رقابتی بین رقبای از نگاه کاربران و متخصصین

وزن های ستونی		ارزیابی از طرف مشتری		مقایسه پیشرو		مقایسه هدف		مقایسه رقیب		مقایسه سایر		مقایسه دیگران	
نسبی	مطلق	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱	۲
۰/۱۹	۲۱۳/۶	+	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۰/۱۶	۱۷۴/۳	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۰/۱۲	۱۲۷/۴	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۰/۱۰	۱۱۵/۲	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۰/۰۹	۹۹	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۰/۱۱	۱۲۳/۵	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
۰/۲۳	۲۵۷/۱	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ماتریس همسنگی:		ماتریس روایت:											
همسنگی مثبت		+											
همسنگی منفی		-											
ماتریس روابط:		○											
قوی		●											
متوسط		□											
ضعیف		○											
همسنگی:		○											
مسواک طراحی شده		○											
مسواک رقیب ۱		○											
مسواک رقیب ۲		○											
مطلق	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی	نسبی
۱۳۳۴۴	۱۱۳/۴	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۸۱۸۸	۷۱/۶	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۸۱۰۰	۶۸/۷	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
۱۱۳۴۴	۹۷/۸	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰

جدول ۴. نتایج حاصل از بررسی روابط بین ویژگی‌های خدمت و عملیات فرآیند، اهمیت مشتری و همسنجی رقابتی بین رقبای از نگاه کاربران و متخصصین

Table with 4 main columns: Weight of service characteristics, Importance of customer importance and competitive comparison, Service characteristics, and Competitor comparison. Includes a triangular matrix of arrows at the top and a detailed table below with numerical data and descriptive text.

Downloaded from tkj.ssu.ac.ir at 8:09 IRDT on Monday June 3rd 2019 [ DOI: 10.18502/tkj.v10i3.236 ]





## بحث

در جدول (۳)، ۶ مورد از ۷ مورد نیازهای بیان شده برای کاربران اهمیت بالای ۷ را به خود اختصاص داده‌اند. در جدول (۴)، ۶ مورد از ۸ مورد ویژگی‌های خدمت بیان شده برای کاربران اهمیت بالای ۷ را به خود اختصاص داده‌اند. در جدول (۵)، ۱۰ مورد از ۱۴ مورد عملیات فرآیند برای متخصصین اهمیت بالای ۷ را به خود اختصاص داده است.

وزن دسته مسواک در محصول رقبا نسبت به محصول طراحی شده امتیاز بالاتری را به دست آورده است که این می‌تواند به دلیل نوع مواد به‌کاررفته در پروتوتایپ باشد. البته ابعاد دسته مسواک می‌بایست کاهش یابد که بیشتر برای افراد دارای ضایعه نخاعی بیشتر از مدت ۵ سال مناسب می‌باشد. محصول طراحی شده دارای اصطکاک کمی نسبت به محصول رقیب است؛ که این مقدار می‌تواند به دلیل پروتوتایپ بودن محصول تست گرفته شده باشد. تعلیم از طریق دفترچه راهنما و تمرین عملی مسواک زدن، محصول طراحی شده نسبت به محصول رقبا امتیاز بیشتری کسب کرده است که این به دلیل ظاهر نسبتاً پیچیده نسبت به محصول رقبا می‌باشد. در مورد رده‌بندی سنی محصول طراحی شده، نسبت به محصول رقبا امتیاز بیشتری را به دست آورده که نشان‌دهنده نیاز این محصول به سبزیبندی می‌باشد در نتیجه می‌بایست بر اساس سه گروه سنی کودک و نوجوان و بزرگسال انجام گیرد (۲۴). در سایر موارد محصول طراحی شده در وضعیت برابر و یا بهتر از محصول رقبا قرار دارد. تاثیرات مسواک زدن تا حد زیادی به سه عامل روش مسواک زدن، دفعات مسواک زدن، مدت زمان آن و طراحی مسواک بستگی دارد. دو عامل اول رفتار مسواک‌زدن فرد را نشان می‌دهد که به وسیله تجربه یادگرفته شده و تحت تاثیر انگیزه و حد تحمل قرار دارد. در حالی که عامل سوم نشان‌دهنده بهبود فن‌آوری با تحت تاثیر قراردادان خواص فیزیکی و مکانیکی برس، شکل، اندازه و فرم برس و دسته است (۲۶). موارد اخیر به همراه نتایج حاصله از این تحقیق مبنای پیشنهادات طراحی و مدل پیشنهادی می‌باشد. موارد بیان شده در الزامات عملیات و مقادیر هدف بیان‌کننده اهمیت ابعاد و وزن مسواک می‌باشد. بنابراین طول دسته باید فضای کافی برای چهار انگشت را داشته‌باشد (۲۷). در

راستای تامین چنگش بهینه، دسته‌های ابزار باید دارای طول مناسب، کمی بلندتر از پهنای کف دست نگه‌دارنده ابزار باشد (۲۷).

دسته‌ها باید به گونه‌ای طراحی شده‌باشند که سطح تماس زیادی داشته‌باشند تا نیرو در سرتاسر یک سطح بزرگ توزیع شود یا آن را به کمترین سطح حساس نفوذ-پذیر از قبیل بافت بین انگشت شست و انگشت اشاره هدایت کند (۲۷). برای کف دست تا انگشت شست مستطیلی به ابعاد  $110 \times 45$  mm (۲۸) در نظر گرفته شد. برای یک انگشت یا انگشت شست، دایره‌ای به قطر  $30$  mm اجازه دخول، چرخش و خروج عضو را می‌دهد (۲۸). شکل مربعی با گوشه گرد که در این مورد اندازه دقیقی وجود ندارد اما مقدار  $25$  mm به‌عنوان حداقل شعاع انحنا معقول به نظر می‌رسد (۲۸) و در مورد وزن ابزار دستی تعیین خواهد کرد که چه مدت ابزار می‌تواند نگه داشته یا استفاده و با چه راهی کنترل شود (۲۹).

## نتیجه‌گیری

نتایج حاصله از این پژوهش که با استفاده از روش QFD برای شناسایی نیازهای طراحی مسواک افراد تتراپلژی CV-C5 به‌دست آمد بدینگونه می‌باشد: آیتم‌های استفاده از سلیکون، استفاده از پلاستیک فوم، تعیین اندازه دسته مناسب، انتخاب مواد مناسب از نظر وزنی، حذف سطوح با لبه تیز، برآورد قیمت تمام‌شده مقدار مواد به‌کار رفته نسبت به کاربرد مواد مختلف، کاهش در محصول را نشان می‌دهد و آیتم‌های تعیین مرکز جرم چنگش، نمایش گرافیکی استفاده، زاویه بین برس مسواک و دسته، سبزیبندی، رنگ‌بندی، چرخش مجموعه برس در دو جهت، ثابت شدن برس در ۴ درجه مقدار ثابتی را به خود اختصاص می‌دهند. بر اساس جهت بهینه‌سازی آیتم‌های کاربرد مواد لاستیکی، نیاز به استفاده از سطوح بافتدار، ضخامت دسته مسواک مناسب، تمرین عملی مسواک‌زدن، شناسایی شیوه‌های مسواک‌زدن، امکان جابجایی بین دو دست، جمع‌آوری پیشنهادات بعد از استفاده، ایجاد مکانیزم اتصال دسته به برس، استفاده برای سایر ابزارهای روزمره روند بهبود در محصول را نشان می‌دهد و آیتم‌های نیاز به شناسایی نقاط فشار و بررسی محدودیت‌های حرکتی معلولان کاهش در محصول را نشان می‌دهد و

ششم، نظرسنجی برای محصول طراحی شده مورد نیاز تشخیص داده شده است.

هفتم، بر اساس نظر متخصصین استفاده از سلیکون در محصول طراحی شده الزامی است، اما به دلیل تعویض برس مسواک و استفاده طولانی مدت دسته نسبت به برس مسواک باید از موادی در دسته استفاده شود که آلودگی را در خود و یا اطراف خود نگه ندارد.

این توضیح لازم است که در مورد چند کاربردی بودن دسته، این امکان برای محصول طراحی شده می تواند در نظر گرفته شود. به نظر متخصصین محصول طراحی شده بیشتر از محصول رقیبان قابلیت انطباق با سایر ابزارهای روزمره را دارا می باشد ولی به دلیل محدودیت زمانی در این پروژه به آن پرداخته نشده است ولی می تواند بر روی آن تحقیق انجام گیرد. این مقاله حاصل پایان نامه کارشناسی ارشد می باشد.

آیتم های نصب مسواک به دیوار، استفاده از انواع روش های شستشوی دهان، استفاده از سطح مقطع مناسب برای دسته، تعلیم از طریق دفترچه راهنما، بررسی ابعاد کف دست معلولان، تعیین مدت زمان استفاده از مسواک، رده بندی سنی مقدار ثابتی را به خود اختصاص داده اند.

در طراحی مسواک برای افراد تتراپلژی در نظر گرفتن نکات زیر الزامی است:

نخست، از مواد سبک و بهداشتی در تولید مسواک استفاده شود.

دوم، دسته مسواک باید مقداری اصطکاک با دست کاربر داشته باشد.

سوم، نقاط فشار در محصول باید شناسایی و بررسی شود ولی به دلیل گیرشی بودن دسته مسواک مقدار کمی فشار بر روی دست الزامی می باشد.

چهارم، استفاده از علائم تصویری و کاتالوگ روش استفاده الزامی می باشد.

پنجم، دسته مسواک باید برای ۳ گروه سنی در نظر گرفته شود.

## References

- Anderson KD, Friden J, Lieber RL. *Acceptable benefits and risks associated with surgically improving arm function in individuals living with cervical spinal cord injury*. Spinal Cord. 2009; 4(47): 334-338.
- State Welfare Organization of IRAN. <http://www.behzisti.ir>. 1391. [Persian]
- Backus D. *Exploring the Potential for Neural Recovery after Incomplete Tetraplegia through Nonsurgical Interventions*. PM&R. 2010; 12(2): 279-285.
- Keith M W, Kilgore K L, Peckham P H, Wuolle K S, Creasey G, Lemay M. *Tendon transfers and functional electrical stimulation for restoration of hand function in spinal cord injury*. The Journal of Hand Surgery. 1996; 1(21): 89-99.
- Kirshblum C. S, Burns P. S, Biering-Sorensen F, Donovan W, Graves E. D, Jha A, et al. *International standards for neurological classification of spinal cord injury*. The Journal of Spinal Cord Medicine. 2011, 6(34):535-546.
- Curtin C M, Hayward R A, Kim H. M, Gater D R, Chung K C. *Physician perceptions of upper extremity reconstruction for the person with tetraplegia*. The Journal of Hand Surgery. 2005; 1(30): 87-93.
- Snoek G.J, IJzerman M.J, Hermens H.J, Maxwell D, Biering-Sorensen F. *Survey of the needs of patients with spinal cord injury: impact and priority for improvement in hand function in tetraplegics*. Spinal Cord. 2004; 9(42): 526-532.
- Nakano K, Okawa R, Miyamoto E, Fujita K, Nomura R, Ooshima T. *Tooth brushing and dietary habits associated with dental caries experience: Analysis of questionnaire given at recall examination*. Pediatric Dental Journal. 2008; 1(18): 74-77.
- Mohd M, Yaghma M, Tim N. *Cross-bite and oral health related quality of life in young people*. Journal of Dentistry. 2014; 3(42): 249-255.
- Giannobile w. *Improving Global Oral Health*. Dental Abstracts. 2014; 2(59): 63-64.
- Liu P, McGrath C, Pan Cheung G S. *Improvement in Oral Health-related Quality of Life after Endodontic Treatment: A Prospective Longitudinal Study*. Journal of Endodontics. 2014; 6(40): 805-810.
- Liu H-Y, Chen C-C, Hu W-C, Tang R-C, Chen C-C, Tsai C-C, et al. *The impact of dietary and tooth-brushing habits to dental caries of special school children with disability*. Research in Developmental Disabilities. 2010; 6(31): 1160-1169.
- U.S Department of Health and Human Services-Health National Institutes of Research. *National Institute of Dental and Craniofacial. Dental Care Every Day Caregiver's Guide*. National Institute of Dental and Craniofacial Research National Oral Health Information Clearinghouse. 2012; 12-5191: 1-12.
- Spinal Cord Injury. <http://sci.petertan.com>. 2013.

17. Moldovan L. *QFD Employment for a New Product Design in a Mineral Water Company*. Procedia Technology. 2014; (12): 462-468.
18. Mohammad Pur M, Alem Tabriz A. *SWOT Analysis using of Modified Fuzzy QFD – A Case Study for Strategy Formulation in Petrokaran Film Factory*. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2012; (41): 322-333.
19. Syedjavadein R, Shahhoseini M. *Organizational training needs Design by QFD: Productivity improvement approach*. Irainan Accounting & Auditing Review. 1385; 1(13): 133-148.
20. Hashim A Md, Dawal S Z Md. *Kano Model and QFD integration approach for Ergonomic Design Improvement*. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2012; (57), 22-32.
21. Tseng L, Tang C-C, Sun C-J. *A Study on the Braille Elevator Signage System in Public Buildings: The QFD Perspective*. Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013; (85): 152-163.
22. Marsot J. *QFD: a methodological tool for integration of ergonomics at the design stage*. Applied Ergonomics. 2005; 2(36): 185-192.
23. Zhian Pour H, Zeinali Pour H, Ahmadi Kohanli R. *Applying QFD to Transform the Voice of Customers in Service Training into Educational Requirements (case study: Astan Quds Razavi Central Library Organization)*. Journal of Research in Public Administration. 2012; 5(15): 85-112. [Persian]
24. Bryan H, Cindy A, Cokin L, Gol P. *Services in QFD*. Government education management center. Tehran. 1381: 24. [Persian]
25. Institute of Standards and Industrial Research of Iran. <http://www.isiri.org/portal/files/std/2063.htm>. 1364. [Persian]
26. Ren Y-F, Cacciato R, Whelehan M T, Ning L, Malmstrom H S. *Effects of toothbrushes with tapered and cross angled soft bristle design on dental plaque and gingival inflammation: A randomized and controlled clinical trial*. Journal of Dentistry. 2007; 7(35): 614-622.
27. karwowski W, s.marras w. *occupational ergonomics-hand book*. newyork: CRC press. 1999: 465-469.
28. Mo'odi M, Choubine A. *Ergonomics in practice*. Second edition. Tehran: Mad book press. 1378:296-298[Persian].
29. Abolfazli A, Abolfazli H. *Human Factors Engineering*. 1st Ed. Tehran: Jahan Jame Jam. 1387:51. [Persian]

## *Application of QFD method in toothbrush design for the cervical spinal cord injury handicapped (Tetraplegia)*

Sadeghi Naeini H<sup>1</sup>(PhD), Rafiee SM<sup>2</sup>(MA)

<sup>1</sup>Department of Industrial Design, School of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Department of Industrial Design, School of Architecture and Urban Planning, Iran University of Science and Technology, Tehran, Iran

### **Abstract**

**Introduction:** The spinal cord trauma is a lost physical performance that causes physical limitations in addition to mental, social and economic disadvantages. The mouth and tooth health is known as one of the related issues to the physical quality of life. Providing the conditions of the more independence for these people in brushing teeth can improve the level of mouth and tooth hygiene. The aim of this study is offering proper patterns in designing toothbrush by emphasizing on the tetraplegia handicapped.

**Methods:** The results indicate, by considering the motoric limitations of spinal cord injury handicapped (C5-C7) and re-revaluating the dimensions of their palms, it should use stammer instead of grip. Also, by considering the movement rang among handicaps, the rotation of the brush set in 2 directions, brush fixation in 4 degrees and the angle between the brush and handle has been considered.

**Results:** The results show that the light and sanitary materials should be used in producing. The handle of toothbrush should have a little friction with the user's hand. The pressure points should be identified and investigated, but a little pressure on hand is necessary due to grip of toothbrush.

**Conclusion:** It seems that in designing a product, the weight, the facility and the used material must be considered. A little pressure on hand is necessary due to grip of toothbrush.

**Key words:** tetraplegia, manual tools, QFD

***This paper should be cited as:***

Sadeghi Naeini H, Rafiee SM. *Application of QFD method in toothbrush design for the cervical spinal cord injury handicapped (Tetraplegia)*. Occupational Medicine Quarterly Journal 2018; 10(3):40-52.

**\*Corresponding Author:**

**Tel:** +98 9122773371

**Email:** naeini@iust.ac.ir

**Received:** 2018.03.14

**accepted:** 2018.09.18