

## اندازه گیری سفتی در مفصل آرنج: روشی کمی برای ارزیابی بیماری پارکینسون

- بهروز سپهری<sup>\*</sup>، علی استکی<sup>۱</sup>، اسماعیل ابراهیمی تکامجانی<sup>۲</sup>، غلامعلی شهیدی<sup>۳</sup>، فاطمه خمسه<sup>۴</sup>، مرضیه معین الدین<sup>۵</sup>
- ۱- استادیار گروه مهندسی مکانیک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد مشهد، مشهد ایران  
۲- دانشیار گروه مهندسی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تهران، ایران  
۳- استاد گروه علوم پایه، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران، تهران، ایران  
۴- استادیار گروه داخلی مغز و اعصاب، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی ایران، تهران، ایران  
۵- استادیار گروه مغز و اعصاب دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران پزشکی، تهران، ایران  
۶- کارشناس ارشد دانشکده مهندسی پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران

تاریخ پذیرش مقاله: ۸۷/۲/۱۱

تاریخ دریافت نسخه اصلاح شده: ۸۷/۱/۱۷

### چکیده

مقدمه: از جمله عوارض بیماری پارکینسون سفتی طی حرکت غیر فعال می باشد. در حال حاضر یکی از شاخص های تعیین پیشرفته این بیماری اندازه گیری کلینیکی سفتی بر اساس معیار کیفی UPDRS میباشد. طبیعت کیفی این روش موجب دخالت نظر شخص پزشک در اندازه گیری می باشد لذا ابداع روشی استاندارد که دارای شاخص های کمی باشد، ضروری بنظر می رسد.

مواد و روشها: در تحقیق حاضر با ساخت دستگاهی برای اندازه گیری کمی پارامتر های بیومکانیکی دخیل در سفتی و نیز محدوده حرکت مفصل آرنج ارتباط بین این پارامتر ها و میزان پیشرفت بیماری گردیده است. این اندازه گیری ها برای دو گروه بیمار (مشتمل بر ۴۱ نفر) و شاهد(مشتمل بر ۱۱ نفر) انجام گردیده است. برای استخراج شاخص های تحقیق از نرم افزار Matlab و برای انجام بررسی های آماری از نرم افزار Spss استفاده شده است.

نتایج: گرچه در هریک از شاخص های ویسکوز و الاستیک تفاوت در گروه های شاهد و بیماران معنی دار میباشد، ولی همبستگی بین معیار کمی UPDRS با شاخص های ویسکوز بیشتر می باشد ( $=0.860$ ) در مورد شاخص ویسکوز نرمال شده.

محدوده حرکت به عنوان یک شاخص مستقل با درجه بیماری همبستگی ضعیفی دارد ( $=-0.326$ ).

بحث و نتیجه گیری: با بررسی نتایج تحقیق مشخص گردید که مشخصه ویسکوز برای تعیین درجه بیماری به مشخصه الاستیک ارجح می باشد. با انجام آزمایش های بیشتر و بررسی بر روی هر یک از شاخص ها در بخش های مختلف از محدوده حرکتی بیماران، روش بکار رفته در این تحقیق ممکن است منجر به ابداع شیوه کمی استاندارد در تعیین پیشرفت بیماری پارکینسون گردد. (مجله فیزیک پزشکی ایران، دوره ۴، شماره ۱۴ و ۱۵، بهار و تابستان ۸۶: ۵۱-۶۰).

واژگان کلیدی: اندازه گیری کمی، سفتی، ویسکوز، الاستیک، بیماری پارکینسون

\* نویسنده مسؤول: بهروز سپهری

آدرس: گروه مکانیک، دانشکده مهندسی دانشگاه آزاد اسلامی مشهد

behrooz.sepehri@gmail.com

تلفن: +۹۸ (۰۵۱) ۷۶۲۳۲۱۱ - ۰۸۱۲۶۸۱ - +۹۸ (۰۵۱)

## ۱- مقدمه

تاکنون تلاش‌هایی برای بدست آوردن شاخص‌های کمی و یافتن ارتباط بین این شاخص‌ها با میزان شدت بیماری انجام شده است. دسته‌ای از این تحقیقات بر روی شاخص‌کار انجام شده برای به حرکت در آوردن عضو متمرکز بوده اند [۳-۵]، در حالیکه برخی دیگر از مشخصه سفتی به صورت کمی بهره جسته اند [۶,۷]. در این میان مشخصه سفتی از انجا که در معاینات بالینی نیز بکار گرفته می‌شود در تحقیقات اخیر بیشتر مورد توجه بوده است. بنا به دلایلی از جمله هزینه بری بالا، پیچیدگی و زمانگیر بودن این فرایند‌ها هیچیک از این تحقیقات به ارائه شیوه بالینی منجر نشده اند [۸]. در تحقیقی که پاتریک و همکاران در سال ۲۰۰۱ انجام داده اند [۲]، از سنسورهای نیروی دیفرانسیلی در دو بخش پروکسیمال و دیستال آرنج استفاده شده و بدینوسیله نیرو (گشتاور) لازم برای حرکت غیرفعال مفصل به دست آمده است. با در نظر گرفتن یک مدل خطی برای رفتار ویسکوالاستیک بافت‌ها، امپدانس مکانیکی عنوان معیاری از سفتی محاسبه گردیده است. در نهایت این تحقیق به ارائه یک مدل ریاضی از تغییرات UPDRS بر حسب امپدانس مکانیکی منجر گردیده است. البته در این تحقیق فقط ۴ بیمار شرکت داده شده اند و نتایج آن ممکن است قابل تعیین نباشد.

استکی و همکاران با ابداع دستگاهی موفق به اندازه گیری شاخص‌های ویسکوز و الاستیک سفتی طی حرکت غیرفعال مفصل مج پا گردیده اند. هر چند فرایند مذکور برای یافتن ارتباط این شاخص‌ها با شدت و سایقه بیماری دیابت انجام گردیده است ولی روش بکار گرفته شده را می‌توان برای انجام اندازه گیری‌های مشابه در مفاصل اندام فوقانی و یافتن ارتباط بین پشرفت بیماری پارکینسون و این شاخص‌ها بکار برد [۹]. در تحقیق حاضر سعی گردیده است که اندازه گیری سفتی مشابه با آنچه در حال حاضر به صورت کیفی توسط پزشکان

اندازه گیری سفتی در عضلات بدن یکی از روش‌های تشخیصی برای تعیین میزان پیشرفت بیماریهایی است که از عوارض عمدۀ آنها سفت شدن عضلات است. بخشی از این سفتی تحت تاثیر عملکرد فعل ماهیچه بوده و بخشی نیز متاثر از تغییر خواص مکانیکی بافت‌ها می‌باشد.

بیماری پارکینسون از جمله بیماری‌هایی است که موجب سفتی<sup>۱</sup> اندامها می‌گردد. این بیماری اغلب بین سنین ۵۰ تا ۶۰ سال بروز می‌نماید. در این گروه سنی تقریباً ۲٪ کل افراد از این بیماری رنج می‌برند و بیماری هر دو جنس مذکور و موئث را به طور مساوی در گیر می‌سازد [۱].

این بیماری عوارض متعددی از جمله آسیب‌های موتوری، آسیب‌های حسی و آسیب‌های شناختی دارد که از این میان سنجش بالینی لرزش در حال استراحت، سفتی عضلات ناشی از هایپر تنشن و کند شدن حرکات ارادی<sup>۲</sup> به عنوان اصلی ترین مشخصه‌های بیماری در تشخیص و تعیین پیشرفت سطح بیماری مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در حال حاضر سنجش میزان سفتی به طور کیفی و توسط پزشک انجام می‌گیرد. معیار سنجشی که به این منظور مورد استفاده قرار می‌گیرد موسوم به "معیار یکسان سازی شده بیماری پارکینسون"<sup>۳</sup> (UPDRS) می‌باشد که میزان سفتی را به صورت رتبه‌ای از صفر تا ۴ طبقه بندی می‌کند [۲]. در این روش، پزشک با انجام حرکت غیرفعال بر روی مفاصل اندام فوقانی، میزان سفتی در اندام بیمار را می‌سنجد. از آنچه که این سنجش به صورت رتبه‌ای بوده و بستگی به مهارت معاینه گر دارد، در نتیجه دارای عدم دقت و صحبت کافی می‌باشد. بنابراین ضرورت استفاده از روشی کمی و غیر واپسیه به مهارت معاینه کننده در سنجش سفتی روشی می‌گردد.

1- Rigidity

2- Hypokinesis

3- Unified Parkinson's Disease Rating System (UPDRS)

۱۰ دورانی با ریز بینی پیوسته که در محل لولای دو بخش ثابت و متحرک نصب شده اندازه گرفته می شد. خروجی های سنسور نیرو و پتانسیومتر پس از گذراز یک تقویت کننده دیفرانسیلی به یک مبدل A/D داده می شد که پس از تبدیل به سیگنال دیجیتال از طریق درگاه<sup>۰</sup> موازی به یک رایانه شخصی انتقال می یافت. برای دریافت و ثبت اطلاعات دیجیتال از ورودی رایانه شخصی، نرم افزار LABVIEW7 استفاده شد. در این برنامه علاوه بر مشاهده تغییرات گرافیکی سیگنالهای مربوط به نیرو و زاویه نسبت به زمان، اطلاعات عددی نیز در یک فایل text ذخیره می شد.



(الف)



(ب)

شکل ۱- نمای جانبی دستگاه (الف) و فرایند انجام تست (ب)

انجام می شود به صورت کمی و توسط دستگاهی که به این منظور ساخته شد، انجام گیرد.

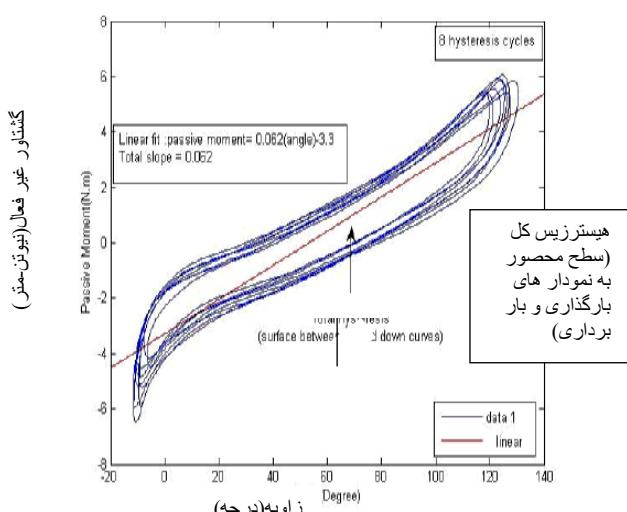
## ۲- مواد و روشها

برای اندازه گیری همزمان گشتاور و موقعیت زاویه ای طی حرکت غیرفعال مفصل آرنج، وسیله ای مبتنی بر دستگاهی که قبلاً<sup>۱</sup> برای اندازه گیری های مشابه در مفصل مچ پا مورد استفاده قرار گرفته بود<sup>[۹]</sup> طراحی و ساخته شد. بخش مکانیکی دستگاه شامل یک تکیه گاه ثابت بود که در انتهای توسط دو یاتاقان به یک بخش دورانی متصل می گردید. بخش ثابت محل قرار گیری بازو بوده و ساعد دست برروی مفصل آرنج با یاتاقان های دستگاه هم محور گردد. به این منظور محور دوران آرنج به صورت آناتومیکی مشخص می گردید. اندام توسط تسمه هایی به دو بخش ثابت و متحرک بسته می شد تا از حرکت دست نسبت به دستگاه جلوگیری شود (شکل ۱).

از انجا که طول بازوی گشتاور ثابت بود، برای اندازه گیری گشتاور مفصل از یک سنسور نیرو از نوع کرنش سنج های بالانس شده<sup>۲</sup> با مشخصه WPI, fort 1000 استفاده شد. نیرویی که توسط اپراتور دستگاه برای خم کردن<sup>۳</sup> و باز کردن<sup>۴</sup> مفصل اعمال می شد از طریق یک اهرم بندی که برروی بخش متحرک دستگاه نصب شده به سنسور نیرو انتقال می یافت که با ضرب این نیرو در بازوی گشتاور، گشتاور کل در هر لحظه قابل اندازه گیری بود. همچنین، موقعیت زاویه ای مفصل توسط یک پتانسیومتر KΩ

1- Balanced strain gage  
2- World Precision Institute,USA  
3- Flexion  
4- Extension

نفر (۳۵ مرد و ۶ زن) با فاصله سنی ۳۶ تا ۷۵ بوده (جدول ۱) و گروه شاهد شامل ۱۰ مرد و یک زن با فاصله سنی ۳۰ تا ۶۸ سال که سابقه بیماری عصبی عضلانی نداشته اند می‌شد. اندازه گیری‌ها برای دست راست و چپ در دو حالت با و بدون حرکت تقویتی در دست مخالف انجام گردید. حرکت تقویتی همان حرکت mirror است که در معاینات بالینی انجام می‌شود و یکی از مشخصه‌های سفتی در بیماری پارکینسون است. بدین معنی که حرکت ارادی در آرنج چپ موجب افزایش سفتی در آرنج راست می‌گردد و بلعکس.



شکل ۲- نمودار هیسترزیس و پارامترهای شیب و هیسترزیس کل که توسط نرم افزار محاسبه می‌گردند. محور افقی نشان دهنده زاویه طی شده و محور قائم نشان‌دهنده گشتاور غیر فعال می‌باشد.

اطلاعات خروجی از نرم افزار MATLAB که به صورت یک ماتریس ذخیره شده بود برای انجام پردازش‌های آماری به نرم افزار SPSS-13 داده شد. برای پاسخ به این سوال که آیا شاخص‌ها بین گروههای شاهد/بیمار، زن/مرد، سمت راست/سمت چپ و با حرکت تقویتی/بدون حرکت تقویتی تفاوت معنی دار دارند یا خیر از آزمون t مربوط به متغیرهای غیر وابسته استفاده شد. از آزمون یکطرفه ANOVA و نیز UPDRS post hoc آن در مورد گروههای

برای محاسبه شاخص‌ها از اطلاعات خام از نرم افزار مطلب ویرایش ۱۴<sup>۱</sup> استفاده گردید. به این منظور برنامه‌ای در این محیط نگاشته شد که پس از اعمال ضرایب کالیبراسیون و حذف اثر وزن دست و بخش متحرک دستگاه رفتار گشتاور- موقعیت زاویه‌ای را که به دیاگرام هیسترزیس موسوم است [۹]، محاسبه می‌نمود. این برنامه، سپس شاخص‌های زیر را بر اساس رفتار هیسترزیس محاسبه می‌نمود (شکل ۲): TS<sup>۲</sup>-۱، شیب کل در منحنی‌های بارگذاری و بار برداری که معرف برآیند سفتی در مفصل می‌باشد.

TH<sup>۲-۲</sup>، سطح بین منحنی‌های بارگذاری و بار برداری. این سطح معرف انرژی هدر رفته توسط عوامل استهلاکیتابع سرعت است که به عوامل ویسکوز<sup>۳</sup> موسوم است [۹].

NTH<sup>۳-۳</sup> سطح بین منحنی‌های رفت و برگشت نرمال شده به محدوده حرکتی مفصل که معرف سفتی ویسکوز می‌باشد.

#### ۴- ROM<sup>۴</sup> محدوده حرکتی مفصل

مقادیر شاخص‌ها برای ۸ سیکل بارگذاری و بار برداری میانگین گرفته شد. در محاسبه شاخصهای ۱ تا ۳ از ۲٪ ابتدا و انتهایی محدوده حرکتی برای حذف اثر اینرسی ناشی از شتاب گیری در ابتدا و انتهای مسیر حرکت صرف نظر شد.

به موازات اندازه گیری‌هایی که توسط دستگاه انجام می‌گرفت، معاینه بالینی توسط متخصص نورولوژیست همکار طرح نیز انجام می‌گردید. در این معاینه، پژوهش مفصل آرنج بیمار را باز و بسته کرده و بر اساس معیار کیفی UPDRS میزان سفتی را تعیین می‌نمود.

اندازه گیری با دستگاه و نیز سنجش بالینی برای دو گروه بیمار و سالم داوطلب انجام گردید. گروه بیمار مشتمل بر ۴۱

1- Matlab-R14

2- Total Slope

3- Total Hysteresis

4- Viscous

5- Normalized Total Hysterisis

6- Range of Motion

## ارزیابی کمی بیماری پارکینسون

سفتی ویسکوز(NTH) و نیز هیسترزیس کل (TH) دارای تفاوت چشمگیر تری نسبت به سفتی کل (TS) در دو گروه بودند(جدول ۱). جنسیت و سمت مورد آزمایش موجب تفاوت قابل ملاحظه ای در شاخص ها نبود(جدول ۱و ۲)، ولی انجام حرکت تقویتی موجب تفاوت چشمگیر در میانگین شاخص ها شد (جدول ۲). همچنین میانگین شاخص ها در گروه های ۰ تا ۴ معیار کیفی متفاوت بود و با افزایش درجه بیماری، افزایش یافت(جدول ۳).

استفاده گردید. گروه ۴ معیار UPDRS به دلیل کم بودن نمونه ها در این آنالیز شرکت داده نشد. همچنین از آزمون پیرسون برای یافتن میزان همبستگی هر یک از شاخص ها با معیار رتبه ای UPDRS کمک گرفته شد.

### ۳- نتایج

میانگین و انحراف استاندارد شاخص های تحقیق برای گروه های مختلف در جداول ۱ تا ۳ نشان داده شده است. با مقایسه بین گروه های شاهد و بیمار ملاحظه شد که مشخصه های

جدول ۱- مقادیرمیانگین و انحراف معیار شاخص ها و مشخصات شرکت کنندگان در تحقیق به تفکیک گروه ها. عدد داخل پرانتز نشان دهنده تعداد دیتای بکار گرفته شده در هر گروه است (برای برخی افراد تستها در دو سمت چپ و راست انجام شده است).

| پارکینسونی ها: ۳۵ مرد و ۶ زن |         |          |         |                |         |             |         |
|------------------------------|---------|----------|---------|----------------|---------|-------------|---------|
| جنس                          |         |          |         | شاهد           |         |             |         |
| زن (۱۶)                      |         | مرد (۱۰) |         | مرد و زن (۱۱۷) |         | مرد/زن (۱۱) |         |
| Std                          | Mean    | Std      | Mean    | Std            | Mean    | Std         | Mean    |
| ۱۰/۰۶۶                       | ۵۴/۳۷۵  | ۱۰/۵۳۹   | ۵۷/۴۷۵  | ۱۰/۴۸۸         | ۵۷/۰۵۱  | ۱۳/۴۶۴      | ۴۸/۰۹۵  |
| ۷/۳۰۳                        | ۱۵۲/۵۰۰ | ۵/۲۴۵    | ۱۷۲/۲۵۷ | ۸/۷۸۰          | ۱۶۹/۵۵۶ | ۵/۱۶۷       | ۱۷۲/۰۰۰ |
| ۱۰/۶۰۱                       | ۷۴/۸۷۵  | ۹/۵۵۲    | ۶۸/۵۵۴  | ۹/۸۹۷          | ۶۹/۴۱۹  | ۱۰/۵۰۹      | ۷۹/۶۱۹  |
| ۰/۹۵۷                        | ۱/۸۷۵   | ۱/۰۱۳    | ۱/۶۸۸   | ۱/۰۰۳          | ۱/۷۱۴   | ۰/۰۰۰       | ۰/۰۰۰   |
| ۰/۰۱۳                        | ۰/۰۵۶   | ۰/۰۱۳    | ۰/۰۵۸   | ۰/۰۱۳          | ۰/۰۵۸   | ۰/۰۰۸       | ۰/۰۴۲   |
| ۸۸/۷۳۴                       | ۲۴۹/۱۴۸ | ۸۲/۳۱۰   | ۲۰۷/۲۴۹ | ۸۴/۱۲۹         | ۲۱۲/۱۱۶ | ۳۶/۵۶۱      | ۹۸/۹۵۵  |
| ۰/۲۲۷                        | ۰/۵۶۴   | ۰/۱۹۶    | ۰/۴۲۹   | ۰/۲۰۵          | ۰/۴۴۷   | ۰/۰۵۳       | ۰/۱۶۴   |
| ۲۰/۲۹۴                       | ۱۲۲/۸۸۱ | ۱۳/۲۵۵   | ۱۲۷/۰۴۵ | ۱۴/۳۴۹         | ۱۲۵/۶۱۲ | ۱۰/۵۰۸      | ۱۴۲/۸۴۰ |

UPDRS

TS<sup>1</sup>

TH<sup>2</sup>

NTH<sup>3</sup>

ROM

1- Total Slope

2- Total Hysteresis

3- Normalized Total Hysteresis

جدول ۲- مقدادیر میانگین و انحراف معیار استاندارد مشخصات فردی و شاخصه های تحقیق بر اساس حرکت تقویتی و سمت مورد آزمایش

| پارکینسونی ها: ۳۵ مرد و ۶ زن |         |           |         |         |             |         |         |     |       |
|------------------------------|---------|-----------|---------|---------|-------------|---------|---------|-----|-------|
| سمت                          |         |           |         |         | حرکت تقویتی |         |         |     |       |
| چپ (۴۰)                      |         | راست (۷۷) |         | با (۵۷) | بدون (۶۰)   |         |         |     |       |
| Std                          | Mean    | Std       | Mean    | Std     | Mean        | Std     | Mean    | Std | Mean  |
| ۱۰/۶۴۳                       | ۵۹/۰۵۰  | ۱۰/۳۲۳    | ۵۶/۰۱۳  | ۱۰/۴۶۴  | ۵۷/۳۶۸      | ۱۰/۰۵۹۰ | ۵۶/۷۵۰  |     | سن    |
| ۸/۴۶۳                        | ۱۷۰/۸۵۰ | ۸/۹۲۱     | ۱۶۸/۸۸۳ | ۸/۸۸۰   | ۱۶۹/۴۵۶     | ۸/۷۵۸   | ۱۶۹/۶۵۰ |     | قد    |
| ۹/۶۱۲                        | ۶۸/۸۵۰  | ۱۰/۰۹۱    | ۶۹/۷۱۴  | ۱۰/۱۱۸  | ۶۹/۶۶۷      | ۹/۷۶۲   | ۶۹/۱۸۳  |     | وزن   |
| ۱/۱۲۲                        | ۱/۷۴۴   | ۰/۹۴۴     | ۱/۶۹۸   | ۰/۸۹۹   | ۲/۱۵۴       | ۰/۹۲۱   | ۱/۲۹۶   |     | UPDRS |
| ۰/۰۱۶                        | ۰/۰۵۹   | ۰/۰۱۲     | ۰/۰۵۷   | ۰/۰۱۳   | ۰/۰۶۳       | ۰/۰۱۲   | ۰/۰۵۳   |     | TS    |
| ۹۵/۳۲۵                       | ۲۲۴/۳۷۹ | ۷۷/۵۸۵    | ۲۰۵/۷۴۵ | ۸۳/۰۱۰  | ۲۴۶/۰۹۷     | ۷۲/۱۱۰  | ۱۷۹/۸۳۴ |     | TH    |
| ۰/۲۲۵                        | ۰/۴۶۷   | ۰/۱۹۴     | ۰/۴۳۷   | ۰/۱۹۷   | ۰/۰۵۶       | ۰/۱۹۸   | ۰/۳۹۱   |     | NTH   |
| ۱۴/۵۴۴                       | ۱۲۸/۷۱۳ | ۱۴/۰۷۲    | ۱۲۴/۰۰۱ | ۱۴/۰۴۶  | ۱۲۲/۷۲۲     | ۱۳/۷۲۵  | ۱۲۸/۳۴۸ |     | ROM   |

جدول ۳- مقدادیر میانگین و انحراف معیار شاخص ها و مشخصات فردی بیماران در سطوح مختلف بیماری

| پارکینسونی ها: ۳۵ مرد و ۶ زن |         |        |         |        |         |        |         |        |         |
|------------------------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| UPDRS گروه                   |         |        |         |        |         |        |         |        |         |
| ۴                            |         | ۳      |         | ۲      |         | ۱      |         | ۰      |         |
| (۵)                          |         | (۳۲)   |         | (۳۱)   |         | (۳۲)   |         | (۱۷)   |         |
| Std                          | Mean    | Std    | Mean    | Std    | Mean    | Std    | Mean    | Std    | Mean    |
| ۷/۴۷۰                        | ۶۶/۶۰۰  | ۹/۴۶۰  | ۶۰/۷۵۰  | ۹/۶۶۶  | ۵۵/۱۹۴  | ۹/۷۰۹  | ۵۴/۲۸۱  | ۱۳/۱۵۲ | ۵۵/۸۸۲  |
| ۹/۵۵۰                        | ۱۶۷/۸۰  | ۸/۶۹۲  | ۱۶۷/۱۵۶ | ۱۰/۱۹۸ | ۱۶۹/۹۳۵ | ۷/۵۵۲  | ۱۷۱/۴۳۸ | ۷/۸۵۸  | ۱۷۰/۶۴۷ |
| ۸/۴۱۴                        | ۷۴/۶۰۰  | ۹/۰۳۶  | ۶۸/۳۱۳  | ۱۰/۲۴۸ | ۷۰/۷۱۰  | ۱۰/۱۶۲ | ۶۸/۸۷۸  | ۱۱/۰۴۵ | ۶۸/۶۴۷  |
| ۰/۱۳۷                        | ۳/۶۰۰   | ۰/۲۷۰  | ۲/۷۸۹   | ۰/۲۴۹  | ۱/۸۶۳   | ۰/۱۴۱  | ۱/۰۱۶   | ۰/۲۱۲  | ۰/۱۷۶   |
| ۰/۰۰۹                        | ۰/۰۷۴   | ۰/۰۱۰  | ۰/۰۶۷   | ۰/۰۱۲  | ۰/۰۵۹   | ۰/۰۰۹  | ۰/۰۵۳   | ۰/۰۰۷  | ۰/۰۴۲   |
| ۱۸/۰۲۳                       | ۴۱۸/۷۴۶ | ۶۷/۰۰۱ | ۲۶۵/۳۱۳ | ۵۰/۹۳۱ | ۱۸۵/۱۵۵ | ۵۱/۷۳۲ | ۲۰۴/۸۹۹ | ۳۸/۳۵۸ | ۱۱۳/۹۵۴ |
| ۰/۰۰۹                        | ۰/۸۶۴   | ۰/۱۱۵  | ۰/۶۲۴   | ۰/۱۵۷  | ۰/۴۳۶   | ۰/۱۰۲  | ۰/۳۴۸   | ۰/۰۹۳  | ۰/۱۹۷   |
| ۱۲/۸۸۲                       | ۱۲۷/۳۴۰ | ۱۰/۰۷۴ | ۱۲۳/۶۱۳ | ۱۵/۷۷۸ | ۱۲۲/۶۶۸ | ۱۴/۷۹۲ | ۱۲۸/۹۷۲ | ۱۷/۶۰۷ | ۱۲۷/۹۱۲ |

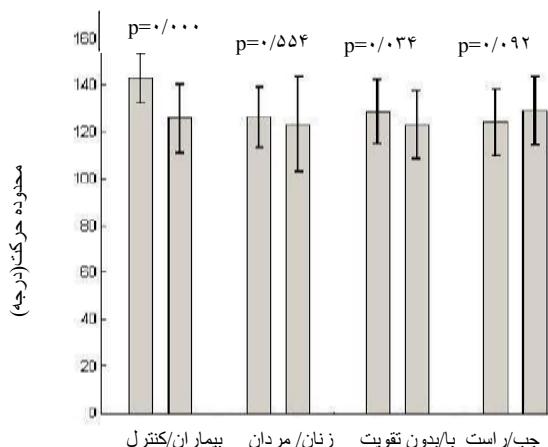
و سمت راست/سمت چپ تفاوت در شاخص ها چشمگیر

نیست ولی حرکت تقویتی موجب بروز اختلاف قابل ملاحظه ای در شاخص ها می گردد. همچنین میانگین مقدادیر شاخص ها در

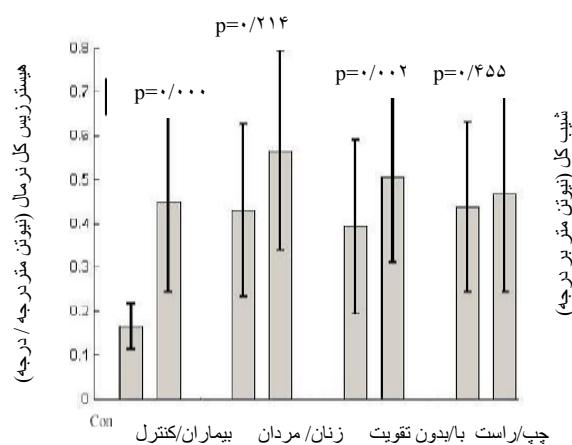
## ۱-۳- نتایج آزمون های آماری

برای هر چهار شاخص تحقیق مقدادیر میانگین در گروه شاهد و بیمار متفاوت است (شکل های ۳ تا ۶). در گروه های زن/مرد

## ارزیابی کمی بیماری پارکینسون



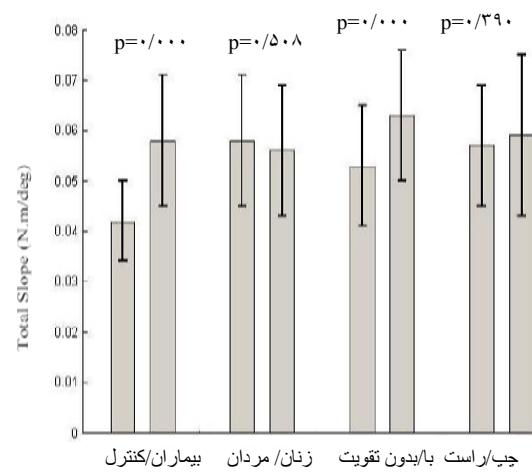
شکل ۵- مقادیر میانگین محدوده حرکت در گروه های مختلف



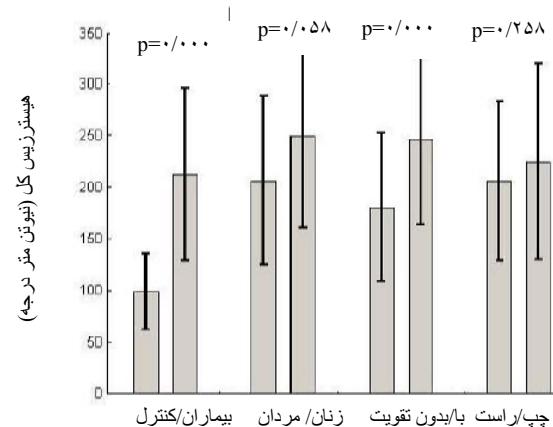
شکل ۶- مقادیر میانگین هیسترزیس کل نرمال شده در گروه های مختلف

میزان همبستگی شاخص های تحقیق با شدت بیماری بر اساس معیار UPDRS و نیز p-Value آزمون ANOVA در شکل های ۷ تا ۱۰ نشان داده شده است. نتایج نشان دهنده بالاترین همبستگی خطی میان هیسترزیس نرمال شده با معیار UPDRS است ( $r = 0.860$ ) در حالی که محدوده حرکتی ضعیف ترین همبستگی را داراست ( $r = -0.326$ ). در این آزمون ها اطلاعات مربوط به گروه شاهد نیز به سطح صفر معیار UPDRS افزوده شده است.

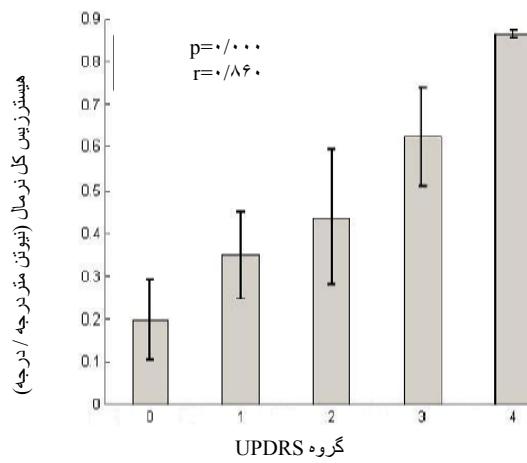
گروه های مختلف معیار UPDRS متفاوت می باشند. تفاوت هر چهار شاخص بین گروه شاهد و بیمار معنی دار است ( $p < 0.05$ ) ولی هیچیک از شاخص ها نسبت به جنسیت یا سمت مورد آزمایش، تفاوت معنی دار نشان نمی دهند ( $p > 0.05$ ). همچنین کلیه شاخصها در گروه های با و بدون حرکت تقویتی تفاوت معنی دار پیدا می کنند.



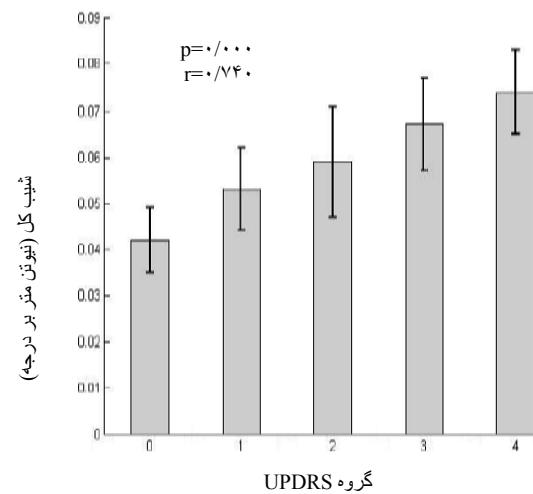
شکل ۳- نمایش ستونی مقایسه میانگین شبک کل در گروه های مختلف



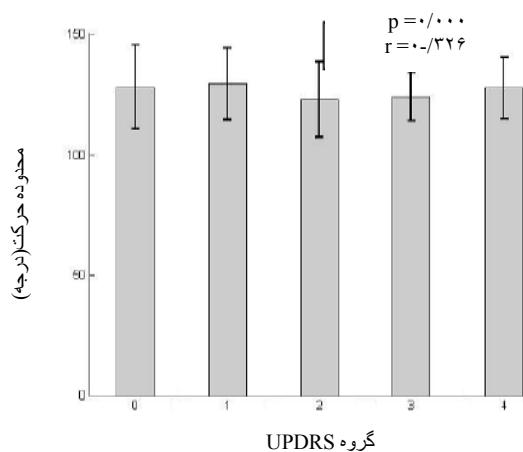
شکل ۴- نمایش ستونی مقایسه میانگین هیسترزیس کل در گروه های مختلف



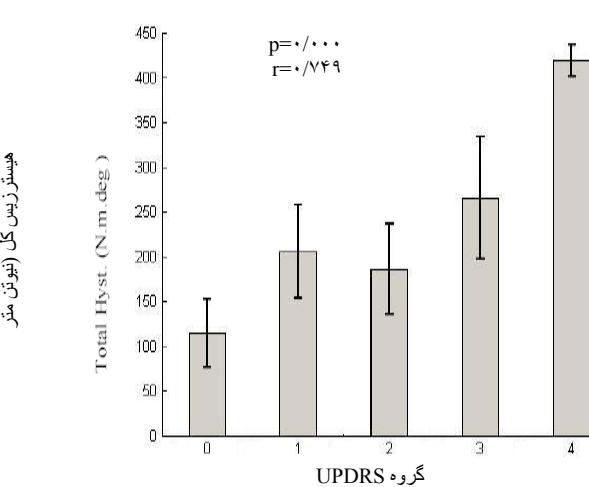
شکل ۶- نمودار میله ای نمایش میانگین و انحراف استاندارد شاخص هیسترزیس کل نرمال شده در گروه های ۰ تا ۴ معیار UPDRS و آزمون ANOVA p-value



شکل ۷- نمودار میله ای نمایش میانگین و انحراف استاندارد شاخص شبکه کل در گروه های ۰ تا ۴ معیار UPDRS و آزمون p-value



شکل ۱۰- نمودار میله ای نمایش میانگین و انحراف استاندارد شاخص محدوده حرکت در گروه های ۰ تا ۴ معیار UPDRS و آزمون ANOVA p-value



شکل ۸- نمودار میله ای نمایش میانگین و انحراف استاندارد شاخص هیسترزیس کل در گروه های ۰ تا ۴ معیار UPDRS و آزمون ANOVA p-value

نتایج حاصل از آزمون های پردازش تکمیلی<sup>۱</sup> ANOVA میبین این واقعیت بود که برای شاخص NTH تفاوت در بین همه زیر گروه های معیار کیفی معنی دار بود ( $p < 0.05$ ) ولی در مورد شاخص های TS و NTH تفاوت معنی دار در برخی زیر گروه ها وجود نداشت.

1- Multiple Comparison

گردد، ولی شرایط ناخواسته ای همچون لرزش پایه هنگام انجام تست بر دقت نتایج موثر بوده است.

در این تحقیق، معیار کیفی UPDRS برای هر بیمار تنها توسط یک متخصص انجام شده است. برای کاهش دخالت شخص متخصص در تعیین این معیار بهتر است در تحقیقات بعدی چند متخصص در یک زمان معاينه بالینی از بیمار بعمل آورده و از میانگین این مقادیر در بررسی هبستگی UPDRS و شاخص های الاستیک استفاده گردد. این کار قبلاً توسط پاتریک و همکاران [۲] انجام پذیرفته بود ولی تحقیق مذکور تنها برای یک گروه ۴ نفری از بیماران صورت پذیرفته و بعلاوه بجای اجزای الاستیک و ویسکوز سفتی از برایند این دو موسوم به امپدانس مکانیکی کل بهره گرفته شده بود.

شاخص کار واحد جابجایی که در مطالعات "کیرولوس" [۵] و همکاران مورد استفاده قرار گرفته بود، مشابه با شاخص هیسترزیس اکستنشن نرمال شده به محدوده حرکت است که در تحقیق حاضر استفاده شده است. برای گروه بیماران، میانگین شاخص اندازه گیری شده در تحقیق قبلی ۰/۲۵۰ بوده در حالی که میانگین اندازه گیری های شاخص مشابه در تحقیق حاضر ۰/۴۴۷ حاصل گردیده است. این تفاوت ممکن است ناشی از تفاوت در محدوده حرکت مورد استفاده در محاسبات باشد زیرا در حالی که در تحقیق حاضر از کل محدوده حرکت هر فرد (با میانگین ۱۲۵/۶۱۲ ادرجه در گروه بیماران) استفاده شده است، در تحقیق یاد شده سطح محصور به منحنی های هیسترزیس در انتهای محدوده حرکتی (۱۱۵ تا ۱۵۵ درجه فلکشن) مورد استفاده قرار گرفته است.

در تحقیقات آینده با بکار گرفتن اجزای هر یک از شاخص های ویسکوز و الاستیک در بخش‌های مختلف محدوده حرکتی ممکن است به نتایج محکمتری دست پیدا کرد. یکی از تقسیم‌بندی های ممکن می‌تواند بدست آوردن هر یک از شاخص ها برای بخش‌های فلکشن<sup>۱</sup> و اکستنشن<sup>۲</sup> و نیز ناحیه خشی<sup>۳</sup> محدوده حرکت باشد.

1- Flexion  
2- Extension  
3-Dead-Zone

#### ۴- بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق با انجام اندازه گیری بوسیله دستگاهی که به این منظور ساخته شد، شاخص های الاستیک و ویسکوز سفتی در مفصل آرنج مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی نتایج مشخص گردید که این شاخص ها در گروه های شاهد و بیماران پارکینسونی و نیز در میان گروه های مختلف UPDRS تفاوت کلی دارند. همچنین افزایش سفتی در اثر حرکت تقویتی که در معاينات کلینیکی بعنوان یکی از شاخصه های بیماری پارکینسون بررسی می شود در نتایج حاصل از اندازه گیری های انجام شده نیز مشهود بود. عملکرد این حرکت بر روی شاخص محدوده حرکتی معکوس بوده و موجب کاهش آن می گردد. با ملاحظه نتایج حاصل از آزمونهای همبستگی مشخص می گردد که بالا ترین ضریب همبستگی مربوط به شاخص هیسترزیس نرمال شده (NTH) می باشد. این امر میان این واقعیت است که اندازه گیری خواص ویسکوز بافت بیماران پارکینسونی می تواند معیار بهتری نسبت به اندازه گیری سفتی کل باشد. البته مشخصه هیسترزیس نرمال شده به محدوده حرکتی نسبت به هیسترزیس کل ارجح است که علت آن تفاوت های فیزیولوژیکی افراد در محدوده حرکتی است. همچنین مشخص است که کاهش محدوده حرکتی به تنهایی نمی تواند بعنوان شاخص در نظر گرفته شود. اندازه گیری های انجام شده نشان داد که انجام حرکت تقویتی در سمت مخالف، موجب کاهش معنی دار محدوده حرکت بیماران می گردد. این پدیده از عوارض شناخته شده بیماری پارکینسون می باشد.

بعلت تعداد کم بیماران گروه ۴ معیار کیفی در تحقیق حاضر و عدم امکان استفاده از نتایج این گروه در آزمون ANOVA، نتایج آزمون مذکور تنها برای سطوح ۰ تا ۳ معیار کیفی معتبر می باشد. گرچه در فرایند کالیبراسیون سعی شده است اثر اصطکاک در لولا ها و اجزای متحرک دستگاه و نیز سایر عوامل ناخواسته حذف

### تشکر و قدردانی

از زحمات آقای امیر توکل برای تهیه مدار های تقویت کننده و A/D تشکر و قدر دانی می گردد. بخشی از هزینه های این تحقیق توسط واحد علوم و تحقیقات دانشگاه آزاد اسلامی پرداخت شده است.

با استفاده از نتایج حاصل از تحقیق حاضر ممکن است در آینده بتوان روشنی کمی برای تعیین سطح بیماری پارکینسون به صورت استاندارد ابداع نمود. استفاده از این روش نیاز به تجهیزات گران قیمت نداشته و در نمونه های کلینیکی زمان بر نیز نخواهد بود. این امر منوط به انجام آزمایش های بیشتر و نیز کار بر روی سایر شاخص های ممکن خواهد بود.

### منابع

1. Scenk M. and Venekamp D. Parkinson's Disease.2003 Biomechatronics wb2432.
2. Patrick S. K., Allen A., Denington M., Gauthier G. A., Gillard D. M. and Prochazkz A. Quantification of the UPDRS Rigidity Scale. IEEE Transaction on neural systems and rehabilitation engineering. 2001Vol.9,no1.
3. Webster D. D. A method of measuring the dynamic characteristics of muscle rigidity, strength, and tremor in the upper extremity. IRE Trans. Med. Electron. 1959, 159-164.
4. Teravainen H., Tsui J. K. C., Mak E. and Calne D. B. Optimal indices for testing parkinsonian rigidity. J. Neuro. Sci.1989; 16(2):180-83.
5. Kirolos C., Charlett C., O'neill C. J. A., et al. Objective measurement of activation of rigidity : diagnostic, pathogenetic and therapeutic implications in parkinsonism. British Journal of Clinical Pharmacology 1996; 41:557-564.
6. Caligiuri M. P. Portable device for quantifying Parkinsonian wrist rigidity. Mov. Disord.1994. vol. 9,no. 1,57-63.
7. Halpern D., Patterson R., Mackie R., Runck W. and Eyler L. Muscular hypertonia:Quantitative analysis. Arch. Phys Med Rehabil 1979 vol. 60,no. 5,pp. 208-218.
8. Lang A. E. T. and Fahn S. Assessment of Parkinson's disease. in Quantification of Neurological Deficit, T.L.Munsat, Ed. Boston,Ma:Butterworths, 1989,pp. 285-309.
9. HajrasoulihaA. Tavakoli R. S., Esteki A., Nafisi S. and Noorolahi-Moghaddam H. Abnormal viscoelastic behaviour of passive ankle joint movement in diabetic patients:an early or a late complication?. Diabetologia. 2005vol. 48,pp. 1225-1228.