

Accepted Manuscript

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Title: Application of Total Deviation Index in Aging Studies

Authors: Andisheh Bakhshi¹, Enayatollah Bakhshi^{2,*}

¹ School of Computing, Engineering and Physical Sciences, Paisley campus, University of the West of Scotland, Glasgow.

² Department of Biostatistics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Velenjak, Evin, Tehran, Iran.

* Correspondence Author:

Department of Biostatistics, University of Social Welfare and Rehabilitation Sciences, Velenjak, Evin, Tehran, Iran.
E-mail: bakhshi@razi.tums.ac.ir

To appear in: **Salmand: Iranian Journal of Ageing**

Received date: 2019/08/10

Revised date: 2020/03/01

Accepted date: 2020/03/10

First Online Published: 2020/09/05

This is a “Just Accepted” manuscript, which has been examined by the peer-review process and has been accepted for publication. A “Just Accepted” manuscript is published online shortly after its acceptance, which is prior to technical editing and formatting and author proofing. *Salmand: Iranian Journal of Ageing* provides “Just Accepted” as an optional service which allows authors to make their results available to the research community as soon as possible after acceptance. After a manuscript has been technically edited and formatted, it will be removed from the “Just Accepted” Website and published as a published article. Please note that technical editing may introduce minor changes to the manuscript text and/or graphics which may affect the content, and all legal disclaimers that apply to the journal pertain.

Please cite this article as:

Bakhshi A, Bakhshi E. [Application of Total Deviation Index in Aging Studies (Persian)]. *Salmand: Iranian Journal of Ageing*. Forthcoming 2020. Doi: <http://10.32598/sija.15.2.827.2>

Doi: <http://10.32598/sija.15.2.827.2>

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

Abstract

Aims: Obtaining measurement errors in aging samples studies is of high importance mainly because of the study itself as well as the attention and consideration that are required in recording such data. This study aims to introduce a simple formula to obtain and interpret the Total Deviation Index (TDI) and encourage researchers to use it as a suitable tool in defining reliability in psychometrics studies.

Methods and Materials: In a cross sectional study in the year 2019, 105 aging individuals were selected from city of Tehran. The SF-36 questionnaire was completed for them within two weeks. The ICC value and TDI were obtained for each subscale and compared together.

Results: The results show that the lowest TDI value belongs to physical functioning subscale, while mental health has the highest. To be more accurate, the maximum measurement error in physical functioning and mental health, with 95% likelihood, is 22 and 34 (of 100 units), respectively.

Conclusion: Considering the easy interpretation of Total Deviation Index, also due to ICC index not being capable of identifying how much of the subscales variations come from measurement errors, it is suggested that researchers report and obtain the Total Deviation Index in their reliability studies.

Keywords: ICC, Total Deviation Index, Quality of Life, Elderly.

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

نسخه پذیرفته شده پیش از انتشار

عنوان: کاربرد شاخص انحراف کل در مطالعات سالمندی

نویسندگان: اندیشه بخشی^۱، عنایت اله بخشی^۲ *

۱. دانشکده محاسبات، مهندسی و علوم فیزیک، دانشگاه غرب اسکاتلند، گلاسگو.

۲. گروه آمار زیستی و اپیدمیولوژی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، تهران، ایران.

* نویسنده مسئول:

گروه آمار زیستی، دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی، خیابان کودکیار، بلوار دانشجو، تهران، ایران.

تلفن: 021-22180146

ایمیل: bakhshi@razi.tums.ac.ir

نشریه: سالمند: مجله سالمندی ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۵/۱۹

تاریخ ویرایش: ۱۳۹۸/۱۲/۱۱

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۱۲/۲۰

این نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» مقاله است که پس از طی فرایند داوری، برای چاپ، قابل پذیرش تشخیص داده شده است. این نسخه در مدت کوتاهی پس از اعلام پذیرش به صورت آنلاین و قبل از فرایند ویراستاری منتشر می‌شود. نشریه سالمند گزینه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» را به عنوان خدمتی به نویسندگان ارائه می‌دهد تا نتایج آن‌ها در سریع‌ترین زمان ممکن پس از پذیرش برای جامعه علمی در دسترس باشد. پس از آنکه مقاله‌ای فرایند آماده‌سازی و انتشار نهایی را طی می‌کند، از نسخه «پذیرفته‌شده پیش از انتشار» خارج و در یک شماره مشخص در وبسایت نشریه منتشر می‌شود. شایان ذکر است صفحه آرایی و ویراستاری فنی باعث ایجاد تغییرات صوری در متن مقاله می‌شود که ممکن است بر محتوای آن تأثیر بگذارد و این امر از حیثه مسئولیت دفتر نشریه خارج است.

لطفا این‌گونه استناد شود:

Bakhshi A, Bakhshi E. [Application of Total Deviation Index in aging studies (Persian)].
Salmand: Iranian Journal of Ageing. Forthcoming 2020. Doi: <http://10.32598/sija.15.2.827.2>

Doi:<http://10.32598/sija.15.2.827.2>

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

چکیده

اهداف: از آنجایی که تحقیق بر نمونه های سالمندان و ثبت داده های مربوطه نیازمند دقت بیشتری است، محاسبه خطای اندازه گیری از اهمیت زیادی برخوردار است. مطالعه حاضر با هدف معرفی فرمولی ساده جهت محاسبه شاخص انحراف کل، تفسیر آن و ترغیب پژوهشگران در استفاده از این شاخص به عنوان ابزاری مناسب جهت تعیین پایایی در مطالعات روانسنجی می باشد.

مواد و روش ها: در یک مطالعه مقطعی، پس از انتخاب 105 نفر از سالمندان شهر تهران به صورت دسترس در سال 1398، پرسشنامه SF-36 برای آنها در فاصله زمانی دو هفته تکمیل گردید. مقادیر ICC و شاخص انحراف کل برای زیر مقیاسهای پرسشنامه محاسبه گردیده و با هم مقایسه شدند.

یافته ها: نتایج نشان داد که کمترین مقدار شاخص انحراف کل مربوط به زیر مقیاس "عملکرد جسمی" و بیشترین مقدار مربوط به زیر مقیاس "مشکلات روحی" می باشد. به صورت دقیق تر می توان گفت: با احتمال 95%، ماکزیمم خطای اندازه گیری در زیر مقیاسهای "عملکرد جسمی" و "مشکلات روحی" به ترتیب برابر با 22 و 34 (از صد واحد) بدست آمدند.

نتیجه گیری: از آن جایی که شاخص ICC نمی تواند مشخص کند که چقدر از اختلاف در زیر مقیاسها مربوط به خطای اندازه گیری است و همچنین با توجه به تفسیر ساده شاخص انحراف کل، پیشنهاد می شود که پژوهشگران شاخص انحراف کل را در مطالعات پایایی گزارش نمایند. کلیدواژه ها: ضریب همبستگی درون رده ای، شاخص انحراف کل، کیفیت زندگی، سالمند.

از انجایی که تحقیق بر نمونه های سالمندان و ثبت داده های مربوطه ، نیازمند دقت بیشتری است، محاسبه خطای اندازه گیری از اهمیت زیادی برخوردار است. پرسشنامه به عنوان ابزار اندازه گیری در بسیاری از مطالعات مورد استفاده قرار می گیرد. هر پرسشنامه باید از روائی و پایائی مطلوبی برخوردار باشد تا بتواند داده های قابل قبولی را جمع آوری نماید. خطای اندازه گیری در جمع آوری هر نوع داده ای، مورد توجه می باشد. به طور کلی از ICC¹ (معادل ریاضی الفای کرونباخ) به عنوان ضریب پایائی پرسشنامه استفاده می شود. به زبان ساده تر این ضریب، پایائی درونی را می سنجد و نشان می دهد که چقدر این آیتمها به عنوان یک مجموعه با هم رابطه دارند. در عمل با تکرار سنجش از افراد ضریب ICC بدست می آید که هرچقدر این ضریب به یک نزدیکتر باشد، نشان دهنده پایائی بیشتر است اگر چه معمولاً حداقل مقدار ICC جهت گزارش پایائی ابزارها ارائه می شود، ولی شاخص ICC نمی تواند مشخص کند که چقدر از اختلاف در زیر مقیاسها مربوط به خطای اندازه گیری است. به طور واضحتر نه الفای کرونباخ و نه ICC نمی توانند مشخص کنند که که چقدر از تغییرات (اختلافات) در زیر مقیاسها می تواند به علت خطای اندازه گیری باشد. لین و همکاران شاخص انحرافات کل² (TDI) را برای ارزیابی انحرافات بین جفت مشاهدات مورد استفاده قرار دادند {2،1}.

پان و همکاران نیز با تغییراتی در این شاخص، از آن جهت محاسبه خطای اندازه گیری استفاده کردند {3} .

اندازه گیری "کیفیت زندگی"³ به عنوان یکی از شاخصهای مهم در سنجش سلامت افراد یک جامعه، بخصوص سالمندان توسط پژوهشگران حوزه سلامت از اهمیت خاصی برخوردار است. پرسشنامه⁴ SF-36 به عنوان

¹ Intraclass Correlation Coefficient

² Total Deviation Index

³ Quality of Life

⁴ 36-Item Short Form Health Survey

ابزاری برای سنجش کیفیت زندگی استفاده می شود. این پرسشنامه دارای 36 آیت می باشد که یک آیت تغییر در وضعیت سلامتی فرد را در یک سال گذشته مد نظر دارد. مابقی 35 آیت در محاسبه 8 خرده مقیاس عملکرد جسمی⁵، کارکرد جسمی⁶، دردهای جسمی⁷، سلامت عمومی⁸، سرزندگی⁹ (نشاط)، عملکرد اجتماعی¹⁰، کارکرد عاطفی¹¹ و سلامت روان¹² استفاده می شوند. همچنین با استفاده از زیر مقیاسهای فوق، دو سنجش خلاصه به نامهای سلامت جسمی¹³ و سلامت روانی¹⁴ نیز محاسبه می شوند. نمرات پرسشنامه معمولاً به مقیاس صفر تا صد تبدیل شده که نمره بیشتر نشان دهنده کیفیت زندگی بالاتر می باشد. اکثر مطالعات، پایائی بین 0/72 تا 0/95 را بدست آورده اند و نشان داده اند که حداقل پایائی این پرسشنامه 0/70 می باشد {2}. پرسشنامه فوق توسط منتظری و همکاران به فارسی ترجمه شده و روایی و پایائی آن با حجم نمونه مناسب سنجیده شده است (به جز زیرایتم نشاط که مقدار الفای کرونباخی برابر با 0/65 را نشان داد، برای بقیه زیر ایتمها عددی بین 0/77 تا 0/99 حاصل شد) {4}. مطالعه حاضر با هدف معرفی فرمولی ساده جهت محاسبه TDI، تفسیر آن و ترغیب پژوهشگران در استفاده از این شاخص به عنوان ابزاری مناسب جهت تعیین پایائی در مطالعات روانسنجی طرح ریزی گردید.

⁵ Physical functioning

⁶ Role Limitation because of physical health problems

⁷ Bodily pain

⁸ General health perceptions

⁹ Vitality

¹⁰ Social functioning

¹¹ Role limitations because of emotion of problems

¹² Mental health

¹³ Physical Component Summary

¹⁴ Mental Component Summary

با توجه به مطالعه پان و همکاران (3)، فرض کنید که S_{ij} نشان دهنده امتیاز ی است که به فرد i ام برای ایتِم j ام نسبت داده شده است. این امتیاز را می توان طبق رابطه زیر به سه مولفه تقسیم کرد:

$$S_{ij} = \mu + d_i + e_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad j = 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

در این رابطه، μ نشان دهنده میانگین جامعه، d_i معرف اختلاف امتیاز فرد i ام از میانگین جامعه است که فرض می شود دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ_d^2 (برای تمام افراد) است. e_{ij} نشان دهنده خطای اندازه گیری که فرض می شود از توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس σ_e^2 (برای تمام افراد و تمام ایتِمها) تبعیت می کند. همچنین مدل فرض می کند که e_{ij} ها از هم مستقل و از d_i ها نیز مستقل هستند. با این فرضها می توان گفت که برای فرد i ام مقادیر S_{ij} برای ایتِمها به عنوان همثابتی برای اندازه واقعی $\mu + d_i$ می باشد. بنابراین می توان بحث پایائی را به عنوان تکرار پذیری در نظر گرفت. گرچه امتیاز زیر مقیاسهای پرسشنامه

SF-36 به عنوان متوسط امتیازات در نظر گرفته می شود، ولی می توان پایائی را برای هر ایتِم نیز در نظر

گرفت. به عبارتی پایائی را هم برای امتیاز هر ایتِم یعنی S_{ij} و هم برای متوسط امتیازات یعنی $\frac{\sum_{j=1}^k S_{ij}}{k}$ می توان مد نظر قرار داد.

یکی از ملاکهای تعیین پایائی ICC می باشد. اگرچه نسخه های مختلفی از ICC ارائه شده است ولی نسخه اصلی آن که جهت پایائی یک ایتِم استفاده می شود را با توجه به مدل شماره (1) می توان به صورت نسبت واریانس مقدار واقعی به واریانس مشاهده شده به صورت زیر توسط رابطه (2) تعریف کرد:

$$ICC_1 = \frac{Var(\mu + d_i)}{Var(S_{ij})} = \frac{Var(S_{ij} - e_{ij})}{Var(S_{ij})} = 1 - \frac{Var(e_{ij})}{Var(S_{ij})} = 1 - \frac{Var(e_{ij})}{Var(d_i) + Var(e_{ij})} = \frac{Var(d_i)}{Var(d_i) + Var(e_{ij})} \quad (2)$$

اگر بخواهیم پایایی را برای متوسط امتیازات از k ایتِم محاسبه کنیم ابتدا با توجه به مدل رابطه (1) متوسط امتیازات را به صورت زیر محاسبه می کنیم:

$$\frac{1}{k} \sum_{j=1}^k S_{ij} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (\mu + d_i + e_{ij}) = \mu + d_i + \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (e_{ij})$$

سپس ICC برای متوسط امتیازات حاصل از k ایتِم به صورت زیر توسط رابطه (3) محاسبه می شود:

$$ICC_k = \frac{Var(d_i)}{Var\left(d_i + \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k (e_{ij})\right)} = \frac{Var(d_i)}{Var d_i + \frac{1}{k} Var \sum_{j=1}^k (e_{ij})} = \frac{(k)(ICC_1)}{(k-1)(ICC_1) + 1} \quad (3)$$

واضح است که با افزایش تعداد ایتِمها پایایی افزایش می یابد.

شاخص انحراف کل

اگر چه استفاده از ICC در بسیاری از آزمونها رایج است، باید توجه داشت که این شاخص فاقد واحد اندازه گیری است. مثلا وقتی دو متوسط امتیاز بر روی یک فرد داشته باشیم مشخص نمی کند که چقدر از این اختلاف مربوط به خطای اندازه گیری می باشد. از لحاظ مفهومی شاخص انحراف کل (*Total Deviation Index (TDI)*) مقدار خطای اندازه گیری را بر حسب واحد اندازه گیری بیان می کند. TDI در ابتدا به منظور محاسبه توافق بین دو ارزیاب یا دو روش ارزیابی ارائه گردید و سپس کاربرد بیشتری از آن مورد توجه قرار گرفت. TDI را شبیه ICC می توان برای یک ایتِم و یا متوسط امتیازات چند ایتِم نیز محاسبه کرد. اگر دو امتیاز مختلف در دو بار اندازه گیری یک ایتِم را در نظر بگیریم، TDI مشخص می کند که با احتمال مشخصی (مثلا 95%) اختلاف این دو امتیاز از چه مقداری کمتر است؟ به عبارتی با احتمال مثلا 95% ماکزیمم خطای اندازه گیری را بر حسب واحد اندازه گیری بیان می کند. اگر فرض کنید که امتیاز هر ایتِم در مدل شماره (1) دارای توزیع نرمال باشد در این صورت اختلاف هر دو امتیاز نیز دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس

یکسان هستند و با محاسبات ریاضی، می توان TDI برای یک ایتm را طبق فرمول (4) و به صورت زیر بدست آورد {3}.

$$TDI_I = \sigma_{Total} \sqrt{2\chi_{(1,1-\alpha)}^2(1-ICC_I)} \quad (4)$$

که در ان، σ_{Total} نشان دهنده انحراف معیار کل و $\chi_{(1,1-\alpha)}^2$ صدک توزیع کاسکور است که از جدول مربوطه بدست می آید.

دقت کنید که در بسیاری از پرسشنامه ها، متوسط تعدادی از ایتmها را به عنوان زیر مقیاس محاسبه می کنند. با فرض نرمال بودن امتیاز هر ایتm در مدل شماره (1)، اختلاف هر دو متوسط امتیازات، دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و واریانس یکسان هستند. در این صورت می توان TDI برای زیر مقیاسها را نیز به صورت فرمول (5) محاسبه کرد:

$$TDI_K = \sigma_{Subscale Total} \sqrt{2\chi_{(1,1-\alpha)}^2(1-ICC_K)} \quad (5)$$

که در ان، $\sigma_{Subscale Total}$ نشان دهنده انحراف معیار زیر مقیاسها می باشد.

حالات خاص: دقت کنید که برای استفاده از فرمول شماره (5) باید صدکهای توزیع کاسکور را از جدول مربوطه بدست آورده و در فرمول قرار دهید. درحالت خاص برای احتمالات 95، 90 و 80 درصد فرمول به صورت ساده تر زیر قابل استفاده است:

$$\begin{cases} TDI_K(95\%) = \sigma_{Subscale Total} \sqrt{7.68(1-ICC_K)} \\ TDI_K(90\%) = \sigma_{Subscale Total} \sqrt{5.42(1-ICC_K)} \\ TDI_K(80\%) = \sigma_{Subscale Total} \sqrt{3.28(1-ICC_K)} \end{cases} \quad (6)$$

پس از انتخاب 105 سالمند از جامعه سالمندان در سطح شهر تهران (به صورت دسترس در پائیز سال 1398)، پرسشنامه SF-36 برای آنها تکمیل گردید. پس از دو هفته مجدداً پرسشنامه تکمیل شد. در تجزیه و تحلیل مقدار شاخص ICC و همچنین انحراف معیار زیر مقیاسها بدست آمدند. در نهایت TDI برای زیر مقیاسها به صورت جداگانه محاسبه شدند. جدول شماره 1 این مقادیر را نشان می دهد. دقت کنید که مقادیر TDI طبق فرمول خیلی ساده محاسبه می شود. به عنوان مثال مقدار TDI برای زیر مقیاس "عملکرد جسمی" به صورت زیر محاسبه می شود:

$$TDI_I = \sigma_{Total} \sqrt{2\chi^2_{(1,1-\alpha)}(1-ICC_I)} = 28.32\sqrt{2(3.84)(1-0.92)} = 22.19 \quad (4)$$

نشان می دهد که با احتمال 95 درصد، حداکثر 22 واحد (از صد واحد) خطای اندازه گیری می باشد. سایر مقادیر TDI نیز به همین صورت بدست می آیند.

جدول شماره 1. محاسبه شاخص انحراف کل برای پرسشنامه SF-36 در نمونه

105 نفری از سالمندان

زیر مقیاس	σ	ICC	*TDI(95%)
عملکرد جسمی	28/32	0/92	22/19
مشکلات جسمی	32/91	0/88	31/59
درد جسمی	24/56	0/87	24/54
سلامت عمومی	23/84	0/74	33/69
نشاط	22/56	0/78	29/32
عملکرد اجتماعی	30/47	0/84	33/78
مشکلات روحی	34/42	0/87	34/39
سلامت روان	19/24	0/79	24/43

* شاخص انحراف کل

دقت کنید که مقادیر TDI برای زیر مقیاسها از حدود 22 تا 34 واحد تغییر می کند که کمترین خطا مربوط به زیر مقیاس "عملکرد جسمی" و بیشترین خطا مربوط به زیر مقیاس "مشکلات روحی" می باشد. ذکر این

نکته قابل توجه است که مقادیر ICC و TDI لزوماً تغییرات یکسانی ندارند. مثلاً هر دو شاخص در زیر مقیاس "مشکلات جسمی" بیشتر از زیر مقیاس "سلامت روان" هستند. در حالی که اگر زیر مقیاس "مشکل جسمی" را با زیر مقیاس "سلامت روان" مقایسه کنید، مقدار ICC در "مشکلات جسمی" کمتر از "عملکرد جسمی" است ولی مقدار TDI برای آن بیشتر است. به منظور آنالیز بیشتر، معنی دار بودن ضریب همبستگی اسپیرمن بین ICC و TDI آزمون گردید که نتیجه نشان داد آزمون همبستگی معنی دار نیست ($P=0.551$).

بحث

در این مطالعه با استفاده از شاخصی به نام TDI حداکثر خطای اندازه گیری پرسشنامه SF-36 با احتمال 95 درصد بدست آمد. تفسیر TDI خیلی ساده است و حداکثر خطای اندازه گیری را با احتمال بیان می کند. اگرچه محاسبات با احتمال 95 درصد انجام شدند، می توان با هر احتمال دیگری TDI را بدست آورد. هم چنین نشان داده شد که مقادیر TDI لزوماً با مقادیر ICC در یک راستا نیستند. یعنی اگر مقدار ICC زیاد باشد لزومی ندارد که مقدار TDI کم شود و برعکس. نتایج بدست آمده از این پژوهش با برخی مطالعات همسو هستند {3}.

اگرچه در مثال استفاده شده از نمره دهی صفر تا 100 برای پرسشنامه SF-36 استفاده شد و همه زیر مقیاسها نیز از همین نوع امتیاز دهی استفاده کردند، می توان TDI را در هر حالتی که هر نوع امتیاز دهی دیگری (مثل امتیاز خام پرسشنامه) به کار رفته باشد نیز بدست آورده و به صورت مشابه تفسیر کرد. اگرچه میانگین گیری از ایتماها باعث افزایش پایایی می شود، افزایش تعداد ایتماها نیز در افزایش پایایی موثر می باشد.

فرمول محاسبه TDI در اینجا با فرض نرمال بودن توزیع ایتماها در هر زیر مقیاس (و یا متوسط امتیازات هر زیر مقیاس) بدست آمد. اگر فرض نرمال بودن نقض شود، می توان روشهای ناپارامتری را به کار برد. یکی از این روشها استفاده از رگرسیون چندکی است {5}. البته باید توجه داشت که اگر امتیاز هر مقیاس جداگانه مورد نظر باشد بعد از تکرار اندازه گیری و محاسبه ICC روش رگرسیون چندکی به راحتی مورد استفاده قرار می گیرد. ولی اگر میانگین ایتماها در هر زیر مقیاس مورد نظر باشد، محاسبه TDI به راحتی صورت نمی گیرد و مشکلاتی در استفاده از این روش وجود دارد.

نتیجه گیری

از آن جایی که شاخص ICC نمی تواند مشخص کند که چقدر از اختلاف در زیر مقیاسها مربوط به خطای اندازه گیری است و همچنین با توجه به تفسیر ساده شاخص انحراف کل، پیشنهاد می شود که پژوهشگران شاخص انحراف کل را در مطالعات پایائی گزارش نمایند.

ملاحظات اخلاقی

پژوهش فوق بر گرفته از یک طرح تحقیقاتی است که پروپوزال آن در کمیته اخلاق دانشگاه علوم بهزیستی و توانبخشی مورد تایید قرار گرفته است.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار می دارند که این پژوهش هیچ تعارض منافی ندارد.

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)

References:

- 1 Lin LI. Total deviation index for measuring individual agreement with applications in laboratory performance and bioequivalence. *Stat Med.* 2000;19(2):255-70.
- 2 McHorney CA, Ware JE, Jr., Lu JF, Sherbourne CD. The MOS 36-item Short-Form Health Survey (SF-36): III. Tests of data quality, scaling assumptions, and reliability across diverse patient groups. *Med Care.* 1994;32(1):40-66.
- 3 Pan Y, Barnhart HX. Methods for assessing the reliability of quality of life based on SF-36. *Stat Med.* 2016;35(30):5656-65.
- 4 Montazeri A1, Goshtasebi A, Vahdaninia M, Gandek B. The Short Form Health Survey (SF-36): translation and validation study of the Iranian version. *Qual Life Res.* 2005 Apr;14(3):875-82
- 5 Lin L, Pan Y, Hedayat AS, Barnhart HX, Haber M. A simulation study of nonparametric total deviation index as a measure of agreement based on quantile regression. *J Biopharm Stat.* 2016;26(5):937-50.

Accepted Manuscript (Uncorrected Proof)