

## Assessment of Hoffer Correction Factor for Biometry in Eyes with Phakic Intraocular Lens Implants

Khanlari M, MD<sup>1\*</sup>; Feizzadeh A, MD<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Vanak Eye Surgery Center, Tehran, Iran, <sup>2</sup>Tehran University of Medical Sciences

\* Corresponding author: mkhanlariee@gmail.com

**Purpose:** To assess Hoffer correction factor in measurement of axial length (AL) in eyes with phakic IOL implants.

**Methods:** In this descriptive historical cohort study, axial length was measured by ultrasound (US) and IOL Master in both phakic and pseudophakic modes in 24 eyes of 14 patients with Artisan intraocular lenses (IOLs) implanted for refractive purposes, Hoffer's suggested formula for correcting ultrasound AL was applied to the data (cor-US) and all four datasets were compared to preoperative ultrasound AL values as standards.

**Results:** The mean difference between preoperative ultrasound measurements and postoperative readings by US (AL<sub>po</sub>), IOLMaster in phakic mode (AL IOLMp), IOL Master in pseudophakic mode (AL IOLMpp) and US corrected with Hoffer factor (AL<sub>hc</sub>), were 0.01, 0.022, 0.13, and 0.61mm, with mean absolute differences of 0.23, 0.23, 0.26, and 0.25mm, respectively. In these readings, respectively 42.3%, 37.5%, 57.5%, and 46.2% of differences were greater than 0.2 mm, which is considered to be clinically important.

**Discussion:** Use of the Hoffer correction factor has no clinical application for a more accurate biometry in patients with an Artisan implant. The most reliable method in this type of patients is making an accurate record of their preoperative AL measured with ultrasound or IOL Master.

**Key words:** Biometry, Phakic, Hoffer Factor

• Bina J Ophthalmol 2009; 15 (3): 159-166.

Received: 7 February 2009

Accepted: 27 October 2009

### ارزیابی فاکتور اصلاحی هوفر در بیومتری چشم‌های فاکیک دارای عدسی داخل چشمی

دکتر مهدی خانلری<sup>۱</sup> و دکتر علی فیضزاده<sup>۲</sup>

**هدف:** ارزیابی فاکتور اصلاحی هوفر (Hoffer) در اندازه‌گیری طول قدامی خلفی کره چشم (بیومتری) پس از کارگذاری عدسی داخل چشمی در چشم‌های فاکیک جهت اصلاح عیوب انکساری.

**روش و مواد:** در این مطالعه هم‌گروهی (کوهورت) توصیفی تاریخی، تعداد ۲۴ چشم از ۱۴ بیمار که جهت اصلاح عیب انکساری نزدیک‌بینی خود تحت عمل کارگذاری عدسی داخل چشمی آرتیزان قرار گرفته بودند، با دو روش بیومتری اولتراسوند و IOL Master در دو حالت متفاوت فاکیک (Phakic) و پسودوفاکیک تحت بیومتری قرار گرفته و اصلاح بیومتری اولتراسوند متناسب با فاکتور هوفر پذیرفت و نتایج به دست آمده از کلیه روش‌ها با بیومتری اولتراسوند قبل از عمل به عنوان روش استاندارد مقایسه شد.

**نتایج:** میانگین اختلاف ایجاد شده پس از عمل در هر یک از روش‌های بیومتری بعد عمل، شامل اولتراسوند بدون اعمال فاکتور هوفر (Alpo)، اندازه‌گیری با IOL Master در حالت فاکیک (AL IOLMp) و پسودوفاکیک (AL IOLMpp) و در نهایت بیومتری اولتراسوند پس از اعمال فاکتور هوفر (AL<sub>hc</sub>) به ترتیب ۰/۰۱، ۰/۰۲۲، ۰/۱۳، ۰/۶۱ میلی‌متر و میانگین قدر مطلق این اختلاف‌ها به ترتیب ۰/۲۳، ۰/۲۳، ۰/۲۶ و ۰/۲۵ میلی‌متر بود. فراوانی مواردی که اختلاف بیش از ۰/۲ میلی‌متر (به عنوان اختلاف بالینی بااهمیت) وجود داشت به ترتیب در گروه‌های فوق ۴۲/۳، ۳۷/۵، ۵۷/۵ و ۴۶/۲ درصد بود.

**نتیجه‌گیری:** فاکتور اصلاحی هوفر قادر به تعیین دقیق بیومتری بیماران نبوده و روش‌های IOL master و یا اولتراسوند هم‌چنان روش‌های قابل اعتمادتری جهت اطلاع از طول قدامی خلفی چشم پیش از عمل جراحی می‌باشند.

• مجله چشم‌پزشکی بینا ۱۳۸۹؛ دوره ۱۵، شماره ۳: ۱۶۶-۱۵۹.

• پاسخ‌گو: دکتر مهدی خانلری (e-mail: mkhanlariee@gmail.com)

۱- چشم‌پزشک- مرکز جراحی چشم ونک

۲- دستیار- اپیدمیولوژیست- دانشگاه علوم پزشکی تهران

تقاطع آفریقا و میرداماد- مرکز جراحی آلفا

دریافت مقاله: ۱۹ بهمن ۱۳۸۷

تایید مقاله: ۵ آبان ۱۳۸۸

### روش پژوهش

تعداد ۲۶ چشم از ۱۴ بیمار که جهت اصلاح عیب انکساری نزدیک‌بینی خود تحت عمل کارگذاری عدسی داخل چشمی از نوع آرتیزان قرار گرفته بودند، وارد یک مطالعه هم‌گروهی (کوهورت) توصیفی تاریخی شدند. تمامی بیماران قبل از جراحی تحت معاینات کامل چشم‌پزشکی شامل تعیین عیب انکساری، اسلیت‌لمپ بیومیکروسکوپی، تونومتری، محاسبه سلول‌های اندوتلیوم، فوندوسکوپی و پاکی‌متری قرار گرفته و جهت محاسبه طول قدامی خلفی (AL Pr: Preoperative Axial Length) و عمق اتاق قدامی (ACD: anterior chamber depth) از بیومتری دستگاه اولتراسوند استفاده شده بود. پس از عمل جراحی (حداقل سه ماه) بیماران ابتدا توسط یک کارشناس با تجربه تحت بیومتری اولتراسوند با حالت فاکتیک و با سرعت صوت ۱۵۳۲ m/s (معادل سرعت صوت بیومتری اولتراسوند قبل از عمل) قرار گرفتند. داده‌ها پنج نوبت ثبت و سپس میانگین مقادیر به عنوان طول قدامی خلفی بعد از عمل در نظر گرفته شد (AL Po: Postoperative Axial Length). در مرحله بعد با استفاده از دستگاه IOL Master (کارخانه کارل زایس) طول قدامی خلفی در دو حالت فاکتیک (AL IOLMp) و پسودوفاکتیک (AL IOLMpp) اندازه‌گیری شد که با این روش امکان نتیجه‌گیری در مورد انتخاب حالت (mode) نیز در پایان مطالعه فراهم گردید. به منظور ثابت بودن شرایط مقایسه، اندازه‌گیری با IOL Master نیز پنج بار تکرار و از میانگین داده‌ها استفاده شد. کارشناسی که اندازه‌گیری‌ها را انجام می‌داد، از میزان طول قدامی خلفی محاسبه شده قبل از عمل اطلاع نداشت. پس از آن نتایج به دست آمده از بیومتری اولتراسوند بر اساس فاکتور هوفر متناسب با جنس و ضخامت عدسی آرتیزان کارگذاشته شده داخل چشم اصلاح گردید (جدول ۱).

### مقدمه

مشکلات محاسبه قدرت عدسی داخل چشمی در بیمارانی که مورد عمل جراحی اصلاح عیوب انکساری قرنیه قرار گرفته‌اند، از سال‌ها پیش مورد توجه چشم‌پزشکان بوده است<sup>۱-۳</sup>. طی سال‌های اخیر با فراگیر شدن عدسی‌های داخل چشمی (phakic) جهت اصلاح عیوب انکساری، این پرسش مطرح گردیده که بیومتری چشم‌های مزبور، که می‌توان اصطلاح چشم دو لنزی یا بیوفاکتیک (Biphakic) را در مورد آن‌ها به کار برد، دستخوش همین مشکلات می‌باشد یا خیر<sup>۴-۷</sup>. البته به صورت نظری سرعت صوت در چشمی که سابقه عمل اصلاح عیوب انکساری دارد نسبت به حالت معمولی کم‌تر و یا بیش‌تر بوده و این امر متناسب با مشخصات عدسی داخل چشمی متغیر می‌باشد که در نهایت بر اندازه‌گیری طول قدامی خلفی تاثیر خواهد گذاشت. در همین ارتباط Hoffer<sup>۵</sup> یک روش اصلاحی را به نام فاکتور هوفر  $AL_{Corrected} = 1555 + X \times T$  (T ارایه نمود که در آن T ضخامت عدسی و X عددی متناسب با جنس عدسی اصلاحی می‌باشد).

دستگاه IOL Master (ساخت کارخانه کارل زایس) که با مکانیسمی متفاوت از اولتراسوند و بر اساس optical coherence interferometry عمل می‌نماید، محاسبه بیومتری چشم را با روشی متفاوت ممکن نموده است. مطالعات متعددی موید دقت بیش‌تر روش مزبور نسبت به اولتراسوند، در چشم‌های معمولی و نیز در چشم‌های فاکتیک و پسودوفاکتیک می‌باشند<sup>۱-۸</sup>. با این وجود به نظر می‌رسد این روش نیز مستعد تغییرات ناخواسته‌ای در اندازه‌گیری چشم بیوفاکتیک باشد<sup>۵</sup>. هدف مطالعه حاضر بررسی میزان و تاثیر خطای احتمالی در تعیین طول قدامی خلفی کره چشم با روش معمولی اولتراسوند، اثر فاکتور هوفر و انتخاب روش مناسب تعیین طول قدامی خلفی کره چشم می‌باشد.

جدول ۱- مقایسه طول قدامی خلفی کره چشم با روش‌های گوناگون قبل و پس از عمل جراحی اصلاح عیوب انکساری

شماره بیمار	روش‌های مختلف اندازه‌گیری طول قدامی خلفی (میلی‌متر)			
	فاکتور هوفر	مد پسودوفاکیک	مد فاکیک	اولتراسوند بعد از عمل
۱	۲۹٫۶۲	۲۹٫۹۶	۲۹٫۸۴	۲۹٫۵۷
۲	۲۹٫۵۴	۲۹٫۳۹	۲۹٫۲۶	۲۹٫۴۹
۳	۲۹٫۳۳	۲۹٫۴۰	۲۹٫۲۶	۲۹٫۲۸
۴	۲۸٫۷۸	۲۹٫۰۹	۲۸٫۹۸	۲۸٫۷۳
۵	۲۷٫۲۵	۲۷٫۲۵	۲۷٫۱۳	۲۷٫۲
۶	۲۷٫۱۵	۲۷٫۲۴	۲۷٫۱۲	۲۷٫۱
۷	۳۱٫۳۹	۳۰٫۹۴	۳۰٫۸۴	۳۱٫۳۴
۸	۳۱٫۴۲	۳۱٫۲۴	۳۱٫۱۳	۳۱٫۳۷
۹	۲۴٫۱۹	۲۴٫۳۴	۲۴٫۲۳	۲۴٫۱۴
۱۰	۲۷٫۴۱	۲۷٫۲۱	۲۷٫۱۱	۲۷٫۳۵
۱۱	۲۸٫۲۱	۲۸٫۲۸	۲۸٫۱۷	۲۸٫۱۶
۱۲	۲۸٫۰۹	۲۸٫۰۳	۲۸٫۲	۲۸٫۰۴
۱۳	۲۸٫۳۳	۲۸٫۳۶	۲۸٫۲۵	۲۸٫۲۸
۱۴	۲۸٫۱۱	۲۸٫۱۵	۲۸٫۰۴	۲۸٫۰۶
۱۵	۲۵٫۰۹	۲۵٫۲۷	۲۵٫۱۶	۲۵٫۰۴
۱۶	۲۹٫۶۳	۲۹٫۷۵	۲۹٫۶۴	۲۹٫۵۷
۱۷	۲۹٫۴	۲۸٫۸۸	۲۸٫۷۷	۲۹٫۳۴
۱۸	۳۱٫۲۶	۳۱٫۷۷	۳۱٫۶۶	۳۱٫۲۱
۱۹	۲۹٫۰۲	۲۹٫۱۵	۲۹٫۰۴	۲۸٫۹۷
۲۰	۲۹٫۰۴	۲۹٫۱۵	۲۹٫۰۴	۲۸٫۹۹
۲۱	۲۶٫۳۶	۲۶٫۳۶	۲۶٫۲۹	۲۶٫۳۱
۲۲	۲۵٫۳۴	۲۶٫۳۱	۲۶٫۱۷	۲۵٫۸۹
۲۳	۳۰٫۳۳	۳۰٫۵۴	۳۰٫۴۳	۳۰٫۲۸
۲۴	۲۹٫۵۲	۲۹٫۹۲	۲۹٫۸۱	۲۹٫۴۷
۲۵	۳۰٫۲۷	۳۰٫۵۵	۳۰٫۴	۳۰٫۲۲
۲۶	۳۰٫۷۷	۳۰٫۸۷	۳۰٫۸۷	۳۰٫۷۲

گردید، تا مشخص شود کدام روش اختلاف کمتری با بیومتری اولتراسوند قبل از عمل دارد.

با توجه به این امر که در اندازه‌گیری طول قدامی خلفی، وضعیت انکساری مطلوب به طور معمول در محدوده  $\pm 0.25$  یا  $\pm 0.5$  قرار می‌گیرد و در حال حاضر فواصل دیوپتری عدسی‌های

در ادامه، طول قدامی خلفی پس از عمل، حاصل از اندازه‌گیری اولتراسوند (AL po) با سایر روش‌ها شامل بیومتری اولتراسوند اصلاح شده بر اساس فاکتور هوفر (ALhc)، بیومتری IOL Master در حالت فاکیک (AL IOLMp) و پسودوفاکیک (AL) و بیومتری اولتراسوند قبل از عمل (AL pr) مقایسه

اندازه‌گیری‌های بعد عمل مورد توجه قرار گرفت. میانگین اختلاف اندازه‌گیری پس از عمل نسبت به مقادیر قبل از عمل (AL pf) در هر یک از روش‌های AL po، AL IOLMp، AL IOLMpp و AL hc به ترتیب ۰/۰۱، ۰/۰۲۲، ۰/۰۱۳، ۰/۰۶۱ میلی‌متر و انحراف معیار مقادیر فوق به ترتیب ۰/۳۳۳، ۰/۳۳۹، ۰/۳۲۱ و ۰/۳۳۴ میلی‌متر بود (جدول ۳).

**جدول ۳- محاسبه اختلاف اندازه طول قدامی خلفی کره چشم بعد از عمل نسبت به قبل از عمل با استفاده از روش‌های متفاوت**

AL po	AL IOLMp	AL IOLMpp	AL hc	
۰/۰۱۰	۰/۰۲۲	۰/۰۱۳	۰/۰۶۱	میانگین
۰/۰۰۵	۰/۰۰۶۵	۰/۰۱۷۵	۰/۰۱۰۵	میانه
-۰/۰۰۳	-۰/۰۰۷۶	-۰/۰۰۶۴	-۰/۰۰۹۸	حداقل
۰/۰۶۰	۰/۰۱۰۵	۰/۰۱۱۶	۰/۰۰۶۵	حداکثر
۰/۰۳۳	۰/۰۳۳	۰/۰۳۲	۰/۰۳۳	انحراف معیار

AL: Axial length, hc: hoffer factor, po: postoperative with ultra sound, IOLMp: IOLmaster in phakic mode, IOLMpp: IOLmaster in pseudophakic mode

زمانی که قدر مطلق اختلاف‌ها در نظر گرفته شد میانگین قدر مطلق اختلاف در هر یک از روش‌های AL po، AL IOLMp، AL hc و IOLMpp به ترتیب ۰/۰۲۳، ۰/۰۲۳، ۰/۰۲۶ و ۰/۰۲۵ میلی‌متر بود. درصدی از موارد که اختلاف بیش از ۰/۲ میلی‌متر را نشان می‌دادند نیز در اندازه‌گیری‌های فوق به ترتیب ۴۲/۳، ۳۷/۵، ۵۷/۷ و ۴۶/۲ درصد بود (جدول ۴). هم‌چنین برای بررسی اهمیت بالینی مقادیر مذکور صدک ۵۰ درصد قدر مطلق اختلاف‌ها محاسبه گردید، این مقدار در هر یک از روش‌های AL po، AL IOLMp، IOLMpp و AL hc به ترتیب در محدوده ۰/۲۳-۰/۰۹۸، ۰/۰۲۶-۰/۰۹۲، ۰/۰۲۹-۰/۰۷۵، ۰/۰۲۵-۰/۱۲ میلی‌متر قرار می‌گرفت (جدول ۵)، به عنوان نمونه در روش اولتراسوند بعد از عمل بدون اصلاح فاکتور هوفر، ۵۰ درصد اندازه‌گیری‌های انجام شده قدر مطلق اختلافی در حد حداقل ۰/۰۹۸ و حداکثر ۰/۲۳ میلی‌متر را نسبت به اندازه‌گیری قبل از عمل نشان می‌دادند. در صورتی که صدک ۹۰ درصد قدر مطلق اختلاف‌ها نسبت به اولتراسوند قبل از عمل در نظر گرفته شود در هر یک از روش‌های AL po، AL IOLMp، AL IOLMpp و AL hc به ترتیب قدر مطلق اختلافی تا حداکثر ۰/۰۳، ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۹۸ میلی‌متر محاسبه گردید.

داخل چشمی موجود در حد ۰/۵ دیوپتر می‌باشند، بنابراین به نظر می‌رسد تفاوت برابر یا بیش از ۰/۲ میلی‌متر بین دو اندازه‌گیری می‌بایست به عنوان اختلاف بالینی مهم تلقی گردد. طول قدامی خلفی قبل عمل به عنوان اندازه واقعی و استاندارد در نظر گرفته شد و توان روش‌های مختلف برای محاسبه طول قدامی خلفی چشم (بعد از قرار دادن عدسی داخل چشمی) براساس اختلاف میزان تخمین زده شده با مقدار واقعی سنجیده شد. صدک‌های مختلف مقدار اختلاف و دامنه اطمینان ۹۵ درصد این صدک‌ها به وسیله تخمین نرمال و در مواردی که توزیع داده‌ها نرمال نبود، توسط تبدیل لگاریتم طبیعی برآورد گردید و برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار STATA8 استفاده شد.

#### یافته‌ها

تعداد ۲۶ چشم از ۱۴ بیمار شامل ۶ مرد (۴۳ درصد) و ۸ زن (۵۷ درصد) وارد مطالعه شدند. در ۱۲ بیمار هر دو چشم و در ۲ بیمار تنها یک چشم تحت عمل جراحی قرار گرفته بود. سن بیماران در محدوده ۲۱ تا ۴۳ سال (۲۸/۷±۷/۸)، نزدیک‌بینی در محدوده ۵- تا ۲۲- (۱۳/۵±۴/۲-) و آستیگماتیسم در محدوده صفر تا ۴- (۲/۲±۰/۹-) قرار داشت. پآکی متری بیماران از ۴۷۱ تا ۵۲۰ (۵۱۵±۲۳/۳) میکرون و ACD از ۳/۲ تا ۴ (۳/۶±۰/۲۱) میلی‌متر متغیر بود. طول قدامی خلفی کره چشم با استفاده از اولتراسوند قبل عمل در محدوده ۲۴/۳ تا ۳۱/۳ (۲۸/۶±۱/۹) میلی‌متر بود که به عنوان روش استاندارد جهت مقایسه اندازه‌گیری‌های بعد از عمل مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۲).

**جدول ۲- اطلاعات بیماران تحت بررسی قبل از**

#### اصلاح عیب انکساری

محدوده	میانگین±انحراف معیار	
محدوده	میانگین±انحراف معیار	سن (سال)
۲۱،۴۳	۲۸،۷±۷،۸	
-۲۲،-۵	-۱۳،۵±۴،۰	میوپی اسفریک (دیوپتر)
صفر،-۴	-۲،۲±۰،۹	آستیگماتیسم (دیوپتر)
۴۷۱، ۵۲۰	۵۱۵±۲۳،۳	ضخامت قرنیه (میکرون)
۲۴،۳،۳۱،۳	۲۸،۶±۱،۹	طول قدامی خلفی (میلی‌متر)
۳،۲،۴	۳،۶±۰،۲	عمق اطاق قدامی (میلی‌متر)

با در نظر گرفتن ۰/۵± دیوپتر امروپی به عنوان وضعیت انکساری مطلوب، اختلاف بیش از ۰/۲ میلی‌متر نسبت به

جدول ۴ - قدر مطلق اختلاف هر یک از روش‌های اندازه‌گیری نسبت به روش استاندارد

AL po	AL IOLMp	AL IOLMpp	AL hc	
۰٫۲۳	۰٫۲۳	۰٫۲۶	۰٫۰۲	میانگین کل اختلاف‌ها (میلی‌متر)
۰٫۰۱	۰٫۰۲	۰٫۰۳	۰٫۰۲	حداقل
۱٫۰۳	۱٫۰۵	۱٫۱۶	۰٫۹۸	حداکثر
۰٫۲۴	۰٫۲۴	۰٫۲۳	۰٫۲۳	انحراف معیار
۴۲٫۳	۳۷٫۵	۵۷٫۷	۴۶٫۲	اختلاف بیش از ۰٫۲ میلی‌متر (درصد)

AL: Axial length, hc: hoffer factor, po: postoperative with ultra sound, IOLMp: IOLmaster in phakic mode, IOLMpp: IOLmaster in pseudophakic mode

جدول ۵ - قدر مطلق اختلاف هر یک از روش‌های اندازه‌گیری نسبت به روش استاندارد در

صدک‌های متفاوت جمعیت تحت بررسی

AL po	AL IOLMp	AL IOLMpp	AL hc	صدک (درصد)
۰٫۰۹۸-۰٫۲۳	۰٫۰۹۲-۰٫۲۶	۰٫۰۷۵-۰٫۲۹	۰٫۱۲-۰٫۲۵	۵۰
۰٫۳۰-۰٫۱۲	۰٫۱۰-۰٫۳۳	۰٫۰۹۵-۰٫۴۲	۰٫۲۲-۰٫۳۵	۶۰
۰٫۴۹-۰٫۳۱	۰٫۲۸-۰٫۴۱	۰٫۳۳-۰٫۵۶	۰٫۲۵-۰٫۵۵	۷۰
۰٫۶۵-۰٫۳۴	۰٫۶۲-۰٫۸۳	۰٫۵۵-۰٫۸۱	۰٫۳۵-۰٫۶۵	۸۰
۱٫۰۳-۰٫۹۲	۰٫۸۵-۱٫۰۵	۰٫۷۶-۱٫۰۱	۰٫۶۵-۰٫۹۸	۹۰

AL: Axial length, hc: hoffer factor, po: postoperative with ultra sound, IOLMp: IOLmaster in phakic mode, IOLMpp: IOLmaster in pseudophakic mode

بیش‌ترین تغییر در شرایطی ایجاد می‌شود که عدسی از جنس سیلیکون در یک چشم کوچک به علل مختلف از جمله هیپروپی کار گذاشته شود و با همین استدلال کم‌ترین تاثیر در شرایطی مشاهده می‌شود که عدسی با جنس کلامر در یک چشم بسیار بزرگ یا نزدیک‌بین شدید قرار گیرد (جدول ۷) <sup>۴-۶</sup>.

به منظور اصلاح و یا حذف خطای احتمالی در اندازه‌گیری طول قدامی خلفی چشم حاوی عدسی مصنوعی، روش‌های مختلفی پیشنهاد گردیده است که پایه اصلی تمامی این روش‌ها، اصلاح سرعت صوت متناسب با جنس عدسی داخل چشمی می‌باشد <sup>۴-۶</sup>. از آن‌جا که طول مسافت پیموده شده توسط صوت در یک عدسی مشخص معادل ضخامت بخش مرکزی آن می‌باشد، بنابراین به صورت نظری حرکت صوت با جنس عدسی و ضخامت بخش مرکزی آن متناسب خواهد بود. بدیهی است در صورتی که سرعت صوت دستگاه اولتراسوند مشخص بوده و دو عامل دیگر شامل اثر جنس عدسی در این سرعت و هم‌چنین ضخامت بخش مرکزی ثابت باشد، می‌توان اندازه طول قدامی خلفی چشم را بر

بحث

به طور کلی عدسی‌های داخل چشمی فاکتور با تغییر سرعت صوت، می‌توانند بر اندازه‌گیری طول قدامی خلفی چشم توسط اولتراسوند اثر ناخواسته‌ای را اعمال نمایند <sup>۴-۶</sup>. بدیهی است این اثر متناسب با جنس عدسی (جدول ۶) و قدرت انکساری آن متفاوت خواهد بود <sup>۴-۶</sup>.

جدول ۶ - سرعت اولتراسوند در عدسی‌های مختلف

جنس	سرعت (متر بر ثانیه)
PMMA	۲۶۶۰
Silicon	۹۸۰
Collamer	۱۷۴۰
Acrylic	۲۰۲۶

در این میان طول قدامی خلفی واقعی چشم نیز می‌تواند سبب بروز بیش‌تر یا کم‌تر این اثر ناخواسته گردد، به نحوی که

فرضی، می‌توان طول قدامی خلفی چشم حاوی لنز فاکتیک را به طور دقیق‌تر اندازه‌گیری نمود. این عامل فرضی بر اساس ضخامت و جنس عدسی به دست آمده و امروزه به عنوان فاکتور اصلاحی طول قدامی خلفی چشم (CALF) شناخته می‌شود.<sup>۵</sup>

اساس همین استدلال اصلاح نمود. از طرف دیگر می‌توان با تغییر سرعت صوت متناسب با جنس عدسی، اندازه‌گیری دقیق‌تر طول قدامی خلفی را محقق ساخت. به نظر می‌رسد با بهره‌گیری از هر دو روش تغییر سرعت صوت دستگاه بر اساس جنس عدسی داخل چشم و یا اصلاح مقدار AL اندازه‌گیری شده بر اساس فاکتور

جدول ۷- نمونه خطا در محاسبه قدرت IOL در چشم‌های حاوی عدسی‌های متفاوت فاکتیک

جنس	۱۵۵۵ m/s (درصد)	Min CT (mm)	TE (mm)	IOL Error (D)	Max CT (mm)	TE (mm)	IOL Error (D)
PMMA	۴۲	۰٫۱۶۰	+۰٫۰۶۶	+۰٫۱۵	۰٫۵۱۱	+۰٫۲۱۲	+۰٫۶۹
Silicon	-۵۹	۰٫۱۵۰	-۰٫۰۲۹	-۰٫۰۷	۰٫۵۷۳	-۰٫۳۳۶	-۱٫۰۹
Collamer	+۱۱	۰٫۱۱۰	+۰٫۰۱۲	+۰٫۰۳	۱٫۰۲۶	+۰٫۱۱۰	۰٫۳۵
Acrylic	+۲۳	۰٫۱۰۰	+۰٫۰۲۳	+۰٫۰۵	۰٫۱۹۸	+۰٫۰۴۶	+۰٫۱۰

Min CT: حداقل ضخامت مرکزی عدسی، TE: خطای ضخامت و Max CT: حداکثر ضخامت مرکزی عدسی، mm: میلی‌متر، D: دیوپتر

در نظر گرفته شود این مقادیر به ترتیب در محدوده ۱/۰۳-۰/۲۸، ۱/۰۵-۰/۳۱، ۱/۰۱-۰/۲۸ و ۰/۹۸-۰/۳۱ میلی‌متر قرار خواهد گرفت. بنابراین در بدترین حالت حداکثر اختلاف نسبت به اندازه‌گیری قبل از عمل به ترتیب در حد ۰/۰۳، ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۹۸ میلی‌متر خواهد بود. با در نظر گرفتن اختلاف ۰/۲ میلی‌متر به عنوان اختلاف مهم بالینی بین دو اندازه‌گیری قبل و بعد از عمل، مشخص گردید که هیچ یک از روش‌ها از قابلیت پیش‌بینی مناسبی برای اندازه‌گیری صحیح طول قدامی خلفی قبل از عمل برخوردار نبوده و همبستگی مناسبی با AL pr ندارند. البته نسبت به سایر روش‌ها، IOL Master در حالت فاکتیک از نتایج بهتری برخوردار بود (تصویر ۱).

با توجه به این که گروه تحت بررسی در مطالعه ما افراد مبتلا به نزدیک‌بینی با سابقه کارگذاری عدسی آرتیزان بودند، به نظر می‌رسد فاصله قدامی خلفی طولانی و هم‌چنین ضخامت ناچیز بخش مرکزی عدسی PMMA، عوامل مهمی در عدم رویت اختلاف قابل ملاحظه در اندازه‌گیری‌های قبل و بعد عمل حتی با روش ثابت اولتراسوند و بدون در نظر گرفتن فاکتور هوفر بوده است.

در مطالعه ما جنبه کاربردی فاکتور پیشنهادی هوفر، مورد بررسی قرار گرفت. این فاکتور تنها به صورت نظری و به علت دقت کم‌تر اندازه‌گیری اولتراسوند نسبت به IOL Master پیشنهاد شده است.<sup>۵</sup> مطالعات متعدد دیگر نیز بر دقت بیش‌تر IOL Master نسبت به اولتراسوند در بیومتری چشم‌های پسودوفاکتیک تأکید نموده‌اند،<sup>۷</sup> البته در مورد IOL Master نیز فاکتور اصلاحی دیگری به نام دلتا ( $\Delta = 0.12 \pm 0.01$ ) ارایه گردیده است، اما نسبت به فاکتور پیشنهادی اصلاحی برای اندازه‌گیری‌های اولتراسوند (۰/۸- تا ۰/۴) از دقت کم‌تری برخوردار است.<sup>۸</sup>

مطالعه ما نشان داد که چهار روش اندازه‌گیری IOL Master شامل حالت فاکتیک و پسودوفاکتیک، روش اولتراسوند و اندازه‌گیری بر اساس فرمول هوفر به ترتیب در ۳/۴۲، ۷/۵۷، ۵/۳۷ و ۲/۴۶ درصد موارد اختلافی بیش از ۰/۲ میلی‌متر را نشان می‌دهند و زمانی که قدرمطلق اختلاف‌ها مورد بررسی قرار گیرد، در ۵۰ درصد موارد قدر مطلق اختلاف هر یک از روش‌های AL po، AL Mp، AL Mpp و AL hc نسبت به اندازه‌گیری قبل از عمل به ترتیب در محدوده ۰/۲۳-۰/۰۹۸، ۰/۲۶-۰/۰۹۲، ۰/۲۹-۰/۰۷۵ و ۰/۲۵-۰/۱۲ میلی‌متر متغیر است و زمانی که صدک ۹۰ درصد



- sensor acrylic lenses on phakic pseudo axial length measurements. *J Cataract Refract Surg* 2002;28:1269-1270.
9. Tehrani M, Krummenauer F, Kumar R, Dick HB. Comparison of biometric measurement using partial coherence interferometry and applanation ultrasound. *J Cataract Refract Surg* 2003;29:747-752.
10. Findi O, Drexler W, Menapade R, Hitzzenbergerd K, Fevdher AF. High precision biometry of pseudophakic eyes using partial coherence interferometry. *J Cataract Refract Surg* 1998;24:1087-1093.