طراحی و اعتبارسنجی پرسش‌نامه سنجش خستگی بینایی کاربران پایانه‌های تصویری

احسان‌اله حبیبی[۱]، سیامک پورعبدیان[۲]، حسن رجبی[۳]،
حبیب‌اله دهقان[۴]، محمدرضا مرآثی[۵]

چکیده

مقدمه: با رشد سریع تکنولوژی، ابزارهای مرتبط با آن از جمله کامپیوتر، نمایشگرها و پایانه‌های تصویری (VDT یا Visual display terminals) به سرعت در حال گسترش هستند. بر اساس تحقیقات بیشترین شکایات کاربران VDT، ناراحتی‌های چشمی گزارش شده است. هدف از این مطالعه، طراحی ابزاری مناسب جهت سنجش خستگی بینایی کاربران VDT بود.

روش‌ها: نوع مطالعه مقطعی بود که بر روی ۲۴۸ نفر از کاربران VDT در مشاغل مختلف در سال ۱۳۹۰ انجام شد. پس از مطالعه کتب، مقالات و پرسش‌نامه‌های مشابه، بانک سؤالات تهیه و پرسش‌نامه اولیه تدوین شد. روایی و پایایی پرسش‌نامه با استفاده از شاخص روایی محتوایی (Content validity index یا CVI) و ضریب χ^2 تأیید گردید. یک الگوی نظری چهار عاملی در زمینه خستگی چشمی، از مطالعات قبلی اقتباس و با استفاده از نرم‌افزار $AMOSE_{۱۶}$ و به روش تحلیل عاملی تأییدی و محاسبه شاخص‌های برازش، اعتبار سازه آن بررسی شد. همچنین با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{۱۸}$ ضریب همبستگی درونی حیطه‌ها محاسبه گردید. جهت بررسی اعتبار ملاک و سطح‌بندی خستگی چشمی، از نتایج اندازه‌گیری همزمان خستگی چشمی با دستگاه VFM-۹۰/۱ و پرسش‌نامه استفاده شد و نقاط برش به وسیله منحنی ROC (Receiver operating characteristic) مشخص گردید.

یافته‌ها: پرسش‌نامه در ۴ حیطه اصلی استرین چشمی (۴ سؤال)، اختلال دید (۵ سؤال)، اختلالات سطح چشم (۳ سؤال) و مشکلات خارج چشمی (۳ سؤال) به تأیید نهایی رسید. پایایی نهایی پرسش‌نامه برابر ۰/۷۵، حداقل شاخص CVI معادل ۰/۷۵، شاخص‌های برازش مدل RMSEA = ۰/۳۶ (Root mean square error of approximation)، GFI = ۰/۹۶ (Goodness of fit index)، AGFI = ۰/۹۲ (Adjusted goodness of fit index) و ضریب همبستگی نتایج پرسش‌نامه و دستگاه ۰/۸۷- به دست آمد و نقاط برش پرسش‌نامه، معادل ۰/۶۵، ۲/۳۶ و ۳/۸۹ بر مبنای ۱۰ محاسبه شد.

نتیجه‌گیری: پرسش‌نامه خستگی چشمی دارای ۱۵ سؤال تخصصی بوده، از پایایی و روایی بسیار خوبی برخوردار است. این ابزار با توجه به تعداد کم سؤالات و سادگی جملات، به راحتی می‌تواند میزان و سطح خستگی چشمی کاربران VDT را ارزیابی کند.

واژه‌های کلیدی: پرسش‌نامه خستگی چشمی، روایی، پایایی، کاربران پایانه‌های تصویری.

نوع مقاله: *تحقیقی*

دریافت مقاله: ۹۰/۴/۷ *پذیرش مقاله: ۹۰/۶/۱۲*

این مقاله حاصل پایان‌نامه دانشجویی در مقطع کارشناسی ارشد در دانشگاه علوم پزشکی اصفهان می‌باشد.

۱. دانشیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران. (نویسنده مسؤول)
Email: habibi@hlth.mui.ac.ir

۲. استادیار، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۳. دانشجوی کارشناسی ارشد، کمیته تحقیقات دانشجویی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۴. مربی، گروه مهندسی بهداشت حرفه‌ای، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

۵. دانشیار، گروه اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، اصفهان، ایران.

www.mui.ac.ir

مقدمه

امروزه در بسیاری از محیط‌های شغلی نظیر صنایع هسته‌ای، نظامی و شیمیایی بروز یک خطای انسانی می‌تواند به یک فاجعه تبدیل شود (۱). خطای انسانی به شکل قصور در درک موقعیت، تفسیر اطلاعات داده شده، تصمیم‌گیری، بازخوانی اطلاعات دریافت شده یا عدم انجام واکنش مناسب بیان می‌شود. بدیهی است وضعیت فیزیکی و روانی فرد، همچون خستگی و بی‌توجهی ناشی از آن بر انجام این فرایندها مؤثر بوده است و از پاسخ فرد در زمان و مکان مناسب می‌کاهد. خستگی می‌تواند حوزه توجه و تمرکز انسان را محدودتر از حالت عادی نماید (۲).

در اکثر موارد ایجاد خستگی ناشی از وجود استرین است. اغلب استرین منجر به استرس می‌شود. اگر میزان استرس بالا باشد یا این که برای مدت طولانی ادامه داشته باشد، می‌تواند منجر به تغییرات برگشت ناپذیری شود. در طول شبانه روز اکثر فعالیت‌های بصری، به طور تقریبی راهی برای ایجاد خستگی چشمی هستند (۳). امروزه کامپیوتر تبدیل به جزء جدا ناپذیری از زندگی انسان مبدل شده است (۴). در ابتدا، مسأله پرتوافکنی و مخاطرات ناشی از نمایشگر بیشتر مورد توجه محققان بود، ولی به تدریج شکایات چشمی ناشی از قرارگیری در مقابل صفحه نمایشگر، به مسأله اصلی تبدیل شد (۵). اثرات کار با پایانه‌های کامپیوتری به طور کامل با اختلالات چشمی مرتبط است و می‌تواند بر تیزبینی و دقت فرد مؤثر باشد (۴). مطالعات متعددی نشان داده‌اند که حدود ۷۵ درصد از کاربران کامپیوتر دچار مشکلات بینایی شده‌اند (۷، ۶).

خستگی چشمی شامل علایم وسیعی همچون سردرد، بیزاری از ادامه کار و درد چشمی و ... می‌باشد. در مطالعات مختلفی که بر روی کاربران پایانه‌های تصویری (VDT یا Visual display terminals) انجام شده، بیشترین شکایت شامل درد و فشار بر چشم، خشکی چشم، اشک ریزش، تحریک و قرمزی، تاری دید و دوبینی، درد گردن، کمر و شانه ذکر شده است (۴، ۳). علایم خستگی چشمی (Visual fatigue) و سندرم بینایی کامپیوتر (Computer visual syndrome) در مواقعی که شکایات چشمی فرد ناشی از کار با پایانه‌های تصویری و نمایشگرها است، تا حد زیادی با یکدیگر هم‌پوشانی دارند (۹، ۸).

تهیه و ارتقای ابزارهای اندازه‌گیری خستگی روندی رو به رشد را دنبال می‌کند. تاکنون ابزارهای متعددی برای اندازه‌گیری شدت و میزان خستگی به صورت تک بعدی یا چند بعدی تدوین شده است (۱۰). یکی از این ابزارهای کاربردی، دستگاه سنجش تغییرات خستگی چشمی است که بر اساس ارزش Flicker (Flicker value) کار می‌کند (۱۲، ۱۱). این دستگاه به عنوان یکی از ابزارهای ارگونومی قابل قبول برای ارزیابی میزان خستگی چشمی استفاده می‌شود (۱۳).

با توجه به این که خستگی یک تجربه ذهنی و درونی است، نیاز است که در بررسی آن به اندازه‌گیری‌های ذهنی بیشتر توجه شود (۹). ابزار دیگری که محققان برای ارزیابی خستگی چشمی از آن استفاده می‌کنند، پرسش‌نامه‌های ارزیابی احساس ذهنی (Subjective) خستگی چشمی است. به کمک پرسش‌نامه‌ها پارامترهای ذهنی به پارامترهای عینی (Objective) تبدیل می‌شوند (۱۶-۱۳).

پرسش‌نامه‌ای ۲۸ سؤالی توسط Kuze و Ukai برای ارزیابی خستگی چشمی که شامل لیستی از علایم خستگی چشمی بود با مقیاس ۷ تایی در ۵ حیطه اصلی تهیه شد (۹). در مطالعه Lin و همکاران خستگی چشمی، همزمان به وسیله شاخص تغییرات آستانه درک لرزش نور (CFF یا Critical fusion frequency) و پرسش‌نامه Heuer اندازه‌گیری شد (۱۷). Ogata و همکاران مجموعه‌ای از علایم خستگی چشمی را در پرسش‌نامه خود مطرح ساختند (۱۸). Yano و همکاران (۱۹) و Emoto و همکاران (۲۰) به وسیله یک سؤال در مقیاس ۵ تایی، میزان خستگی چشمی را برآورد کردند. این چنین پرسش‌نامه‌های تک گزینه‌ای، همراه با دیگر متدهای عینی (Objective methods) برای ارزیابی خستگی چشمی به طور همزمان استفاده می‌شوند (۲۱، ۱۹).

با توجه به این که تاکنون پرسش‌نامه‌های متعددی برای ارزیابی خستگی چشمی کاربران VDT طراحی شده است، ولی

www.mui.ac.ir

هیچ کدام نتوانسته در نهایت سطح خستگی چشمی را برآورد کند. از این رو محقق بر آن شد که پرسش‌نامه‌ای با در نظر گرفتن تمامی ابعاد و علایم خستگی چشمی کاربران VDT طراحی کرده، با استفاده از یک پارامتر فیزیولویک (CFF Change) به عنوان ملاک، نقاط برش خستگی چشمی را مشخص کند.

روش‌ها

این مطالعه از نوع مقطعی با هدف ابزارسازی در سال ۱۳۹۰ بر روی ۲۴۸ نفر از کاربران پایانه‌های تصویری در مشاغل مختلف (تحویل‌داران بانک، تایپیست‌ها، کاربران کامپیوتر دبیرخانه‌ها، کاربران بخش اداری، اپراتورهای مرکز اطلاعات ۱۱۸ و تعدادی از دانشجویان) انجام شد. برای شناخت علایم خستگی چشمی در کاربران VDT، ابتدا مطالعه و فیش‌برداری از منابع مختلف علمی از جمله کتب، مقالات و پرسش‌نامه‌های مشابه انجام شده، بانک اطلاعاتی کامل و جامعی تهیه گردید (Items generation). بعد از اشباع اطلاعات در زمینه خستگی چشمی، پیش‌نویس اولیه پرسش‌نامه با استفاده از سؤالات بسته (Close question)، طراحی شده، چندین بار مرور شد تا از نظر فن نگارش و همچنین قرار داشتن کلیه علایم خستگی چشمی در متن پرسش‌نامه به صورت مناسب و کامل اطمینان حاصل شود و هیچ مفهومی از نظر دور نمانده باشد.

جهت بررسی اعتبار صوری (Face validity) و محتوای ابزار (Content validity)، پرسش‌نامه به ۷ نفر متخصص (Expert opinion) در علوم مرتبط با خستگی چشمی ارجاع داده شد و از ایشان خواسته شد تا نظر خود را (در مقیاس لیکرت ارایه شده)، درباره میزان ارتباط هر سؤال با خستگی چشمی، میزان سادگی و روانی هر سؤال و همچنین مفهوم بودن سؤالات، اعلام نمایند. بعد از جمع‌آوری اطلاعات شاخص روایی محتوایی (Content validity index یا CVI) برای هر گزینه محاسبه شد. گزینه‌هایی که دارای CVI بالای ۰/۷۵ بودند، باقی مانده، سایر گزینه‌ها حذف یا تغییر یافتند. در مرحله دوم ویرایش، دوباره پرسش‌نامه جهت نظر سنجی به متخصصین ارجاع شده، پس از محاسبه CVI نتایج این مرحله نیز در ویرایش نهایی پرسش‌نامه، لحاظ شد (۲۲).

برای تعیین پایایی (Reliability) پرسش‌نامه، مطالعه اولیه‌ای (Pilot study) با روش نمونه‌گیری تصادفی بر روی ۴۰ نفر از کاربران حرفه‌ای VDT انجام شد و نتایج آن با استفاده از نرم‌افزار $SPSS_{۱۸}$ تجزیه و تحلیل شد، تا ضمن تأیید ضریب Cronbach's alpha، نقایص احتمالی پرسش‌نامه نیز در عمل بر طرف شود. همچنین در پایان نمونه‌گیری از تمامی شرکت کنندگان، دوباره پایایی و میزان همبستگی درونی حیطه‌ها محاسبه گردید.

با توجه به این که در چندین مطالعه علمی، خستگی چشمی و گزینه‌های مؤثر بر آن در چهار حیطه اصلی (استرین چشمی، اختلال دید، اختلال سطح چشم، مشکلات خارج چشمی) دسته‌بندی شده بودند (۵، ۴)، این الگوی نظری به صورت پیش فرض پذیرفته شد و برای بررسی اعتبار سازه (Construct validity)، خستگی چشمی ۲۴۸ نفر شرکت کننده به وسیله دو ابزار (پرسش‌نامه تهیه شده، دستگاه خستگی سنج چشمی VFM-۹۰/۱)، به صورت قبل و بعد از مداخله اندازه‌گیری شدند. برای به حداقل رساندن خطاها، افراد قبل از ورود به مطالعه از نظر سلامت چشمی و نداشتن عیوب انکساری اصلاح نشده، بررسی و کنترل شدند و آموزش و توضیحات لازم به شرکت کنندگان داده شد و تمامی پرسش‌نامه‌ها توسط پژوهشگر و به صورت چهره به چهره و با سؤال از شرکت کننده تکمیل گردید. همچنین برای جلوگیری از تورش و بزرگ‌نمایی، به هر نفر شرکت کننده، یک کد اختصاص داده شد و پرسش‌نامه‌ها بدون نام و فقط با ثبت کد شناسایی تکمیل شدند. در ابتدای کار نیز تأکید شد که هدف بازرسی بهداشت کار و یا انطباق شرایط کار با استانداردها نیست و این مطالعه جنبه علمی و تحقیقاتی داشته، نتایج آن به صورت جمعی و بدون ذکر مشخصات فردی منتشر خواهد شد.

بعد از گردآوری اطلاعات، جهت تأیید الگوی پیش فرض، از نرم‌افزار $AMOSE_{۱۶}$ و انجام تحلیل عاملی تأییدی (Confirmatory factor analyze) استفاده شد و

www.mui.ac.ir

شاخص‌های برازش (RMSEA، AGFI، CFI، GFI، CMIN/dF)، محاسبه شد. بعد از تأیید اعتبار ظاهری، اعتبار محتوا و اعتبار سازه و پایایی پرسش‌نامه از دستگاه خستگی سنج چشمی (Visual fatigue meter) مدل VFM-۹۰/۱ ساخت ایران، به عنوان ملاک و مبنای تغییرات خستگی چشمی استفاده شد.

دستگاه سنجش خستگی بینایی VFM

دستگاه VFM-۹۰/۱ دارای دو قسمت اصلی شامل جعبه کنترل مرکزی فرکانس و یک قطعه تلسکوپی به طول ۵۰ سانتی‌متر است که به طور کامل از نور محیط پیرامون خود ایزوله شده است. در یک سمت قطعه تلسکوپی چشم کاربر قرار گرفته است. در سمت دیگر یک منبع نوری چشمک‌زن با فرکانس‌های کنترل شده قرار دارد. منبع نور یا همان چراغ کوچک (LED) از فرکانس ۵۰ هرتز به سمت فرکانس ۱ هرتز به صورت پیوسته روشن و خاموش می‌شود. فاصله زمانی در نظر گرفته شده برای نمایش هر فرکانس ۴ ثانیه می‌باشد. این دستگاه تغییرات خستگی چشمی را بر اساس تغییرات ارزش Flicker ارزیابی می‌کند. ارزش Flicker نیز به وسیله CFF برآورد شده، تغییرات آن (CFF change) میزان خستگی چشمی ناشی از یک بار کاری چشمی معین را نشان می‌دهد. تغییرات شاخص CFF در قبل و بعد از مداخله، شاخص قابل قبولی برای تعیین میزان خستگی چشمی است (۱۴). جهت بررسی پایایی دستگاه و ارزیابی میزان خطای ابزار، از دستگاه اسیلسکوپ به عنوان استاندارد اولیه استفاده گردید. قدرت تفکیک (Resolution) دستگاه VFM-۹۰/۱ معادل ۰/۱ هرتز و خطای دستگاه معادل ۰/۸ درصد محاسبه شد.

بعد از قرار گرفتن چشم آزمایش شونده در ابتدای قطعه چشمی دستگاه، اولین فرکانس (۴۲ هرتز) برای وی ارسال شده، از شرکت کننده خواسته می‌شود به محض این که پرش (Flicker) نور را در Led دستگاه، احساس کرد، کلیدی را که در اختیار دارد فشار دهد. در صورتی که در ابتدای آزمایش پرش نور توسط آزمایش شونده احساس شد، فرکانس اولیه به ۴۵ هرتز و یا بیشتر ارتقاء داده می‌شود. با فشار کلید دستی توسط شرکت کننده، عدد فرکانس که همان ارزش Flicker (Flicker value) است بر روی نمایشگر دستگاه ثابت می‌شود. ارزش Flicker توسط دستگاه در دو مرحله همزمان با تکمیل پرسش‌نامه (قبل و بعد از مداخله) اندازه‌گیری و ثبت شد.

بعد از جمع‌آوری اطلاعات به وسیله پرسش‌نامه و دستگاه VFM-۹۰/۱، داده‌ها به نرم‌افزار آماری $SPSS_{۱۸}$ منتقل شده، برای به دست آوردن نقاط برش پرسش‌نامه (Cutoff point) (بدون خستگی، خستگی کم، خستگی متوسط، خستگی شدید)، از تغییرات امتیاز پرسش‌نامه و تغییرات ارزش Flicker (در قبل و بعد از مداخله برای هر فرد) و منحنی ROC (ROC curve) استفاده شد و سه نقطه برش بهینه، به وسیله مقادیر حساسیت (Sensitivity) و ویژگی (Specificity) و سطح زیر منحنی (Area under the curve) و سطح معنی‌دار، تجزیه و تحلیل و مشخص شد.

یافته‌ها

برخی از ویژگی‌های جمعیت شناختی این مطالعه در جدول ۱ آورده شده است. از تعداد ۲۴۸ نفر شرکت کننده در این مطالعه ۱۶/۱ درصد تحویل‌دار بانک، ۶/۵ درصد کارمند دبیرخانه، ۳۷/۹ درصد تایپیست، ۸/۹ درصد کارمند بخش اداری، ۲۵/۴ درصد اپراتور مرکز اطلاعات ۱۱۸ و ۵/۲ درصد دانشجو بودند. میانگین و انحراف معیار سن شرکت کنندگان به ترتیب ۳۵/۷ و ۶/۶ سال و میانگین و انحراف معیار شاخص تغییرات CFF برابر ۱/۲۵- و ۰/۹۹۵ هرتز در دامنه صفر تا ۴/۱- به دست آمد.

پرسش‌نامه شامل سؤالات دموگرافیک و زمینه‌ای و سؤالات اختصاصی خستگی چشمی است که در اولین مرحله تدوین، گزینه‌های تخصصی آن ۲۳ مورد بود. جهت بررسی اعتبار ظاهری و محتوای پرسش‌نامه به ۷ نفر متخصص مرتبط با موضوع ارایه گردید و نظرات ایشان در مورد ارتباط، سادگی و روانی جملات و مفهوم بودن گزینه‌ها به وسیله شاخص CVI تجزیه و تحلیل شد و گزینه‌های دارای نمرات کمتر از ۷۵ درصد از پرسش‌نامه حذف یا ویرایش مجدد

www.mui.ac.ir

جدول ۱: توزیع درصد فراوانی کاربران VDT بر اساس برخی از متغیرهای دموگرافیک و زمینه‌ای

نام متغیر		فراوانی	درصد فراوانی
شغل	کارمند بانک (تحویل‌دار)	۴۰	۱۶/۱
	کارمند دبیرخانه	۱۶	۶/۵
	تایپیست	۹۴	۳۷/۹
	کارمند بخش اداری	۲۲	۸/۹
	اپراتور مرکز اطلاعات	۶۳	۲۵/۴
	دانشجو	۱۳	۵/۲
جنس	مرد	۶۱	۲۴/۶
	زن	۱۸۷	۷۵/۴
تحصیلات	زیر دیپلم	۱۲	۴/۸
	دیپلم	۹۱	۳۶/۷
	فوق دیپلم و بالاتر	۱۴۵	۸۵/۵
استفاده از عینک	بلی	۵۳	۲۱/۴
	خیر	۱۹۵	۷۸/۶
نوع نمایشگر	LCD	۱۵۷	۶۳/۳
	CRT	۹۱	۳۶/۷
سن	(میانگین ± انحراف معیار)		۳۵/۷۳ ± ۶/۶
فاصله چشم تا مانیتور (سانتی‌متر)			۵۴/۸۴ ± ۱۱/۹۰

گردید. در ضمن تعداد ۲ سؤال با همدیگر تلفیق و یک سؤال نیز بنا به توصیه متخصصین به پرسش‌نامه اضافه شد. این روند باعث کاهش تعداد گزینه‌ها به ۱۹ مورد گردید. با توجه به تغییرات ایجاد شده در محتوای پرسش‌نامه، دوباره پرسش‌نامه ۱۹ سؤالی برای نظر خواهی به صاحب‌نظران ارجاع داده شد و با محاسبه مجدد شاخص CVI و انجام مراحل قبلی، تعداد گزینه‌های اصلی به ۱۵ مورد تقلیل یافت. پاسخ تمام سؤالات تخصصی این پرسش‌نامه در طیف لیکرت (۱۰-۰) طراحی شده است و تمامی سؤالات تخصصی از نوع سؤالات بسته می‌باشند. جهت تأیید ادامه مطالعه، پایایی اولیه پرسش‌نامه به وسیله مطالعه پایلوت بر روی ۴۰ نفر از کاربران حرفه‌ای VDT انجام شد و ضریب Cronbach's alpha آن برابر ۰/۸۶ محاسبه گردید. همچنین در پایان مطالعه و جمع‌آوری اطلاعات کامل خستگی چشمی کاربران مختلف VDT، ضریب Cronbach's alpha محاسبه و پایایی پرسش‌نامه به ازای حذف هر سؤال توسط نرم‌افزار $SPSS_{۱۸}$ مطابق جدول ۲ به دست آمد.

همان گونه که اشاره شد با توجه به مطالعات و تحقیقات انجام شده، الگوی پیش فرض پرسش‌نامه خستگی چشمی، شامل ۴ حیطه اصلی به عنوان الگوی اولیه جهت بررسی پذیرفته شد. حیطه‌ها شامل موارد زیر بود:

استرین چشمی شامل ۴ زیر حیطه (سؤالات ۱، ۴، ۱۱ و ۱۴)

اختلال دید شامل ۵ زیر حیطه (سؤالات ۷، ۸، ۱۲، ۱۳ و ۱۵)

اختلال سطح چشم شامل ۳ زیر حیطه (سؤالات ۶، ۹ و ۱۰)

www.mui.ac.ir

مشکلات خارج چشمی شامل ۳ زیر حیطه (سؤالات ۲، ۳ و ۵)

برای تأیید سازه مدل پیش فرض، از روش تحلیل عاملی تأییدی و نرم‌افزار AMOSE۱۶ با بهره‌گیری از داده‌های گردآوری شده، محاسبه شاخص‌های برازش الگوی نظری پیش فرض استفاده شد که نتایج تحلیل انجام شده در چند شاخص زیر آمده است:

RMSEA = ۰/۰۳۶ ،GFI = ۰/۹۶ ،AGFI = ۰/۹۲

CFI = ۰/۹۹ ،CMIN/dF = ۱/۳۱ ،P = ۰/۰۶۴

جدول ۲: ضرایب پایایی سؤالات پرسش‌نامه

گزینه‌ها	پایایی آلفا در صورت حذف
احساس فشار در اطراف کره چشم	۰/۷۴۵۸
احساس خشکی چشم	۰/۷۵۲۸
احساس سوزش چشمی	۰/۷۲۷۷
احساس سنگینی پلک	۰/۷۳۰۶
اشک‌آلود شدن و اشک ریزش	۰/۷۴۵۷
احساس سرگیجه در هنگام کار	۰/۷۵۰۰
تار دیدن مانیتور	۰/۷۴۵۰
دوبینی کلمات و سطرها	۰/۷۵۵۵
احساس سردرد هنگام کار	۰/۷۴۱۲
احساس خواب آلودگی	۰/۷۳۳۰
درد چشمی	۰/۷۱۱۵
واضح ندیدن اشیاء نزدیک	۰/۷۴۷۷
واضح ندیدن اشیاء دور	۰/۷۵۳۴
نیاز به ماساژ چشم‌ها	۰/۷۳۱۰
جا انداختن کلمات یا سطرها	۰/۷۴۷۹
ضریب آلفای کل پرسش‌نامه	۰/۷۵۵۰

تعیین نقاط برش خستگی چشمی در پرسش‌نامه با کاربرد دستگاه VFM-۹۰/۱

حداکثر تغییرات امتیاز دستگاه در قبل و بعد از مداخله، ۴/۱- هرتز و حداکثر تغییرات امتیاز پرسش‌نامه ۵/۸۳ به دست آمد. خستگی چشمی برآورد شده توسط پرسش‌نامه در مقیاس ۰ تا ۱۰ و تغییرات ارزش Flicker، بر مبنای هرتز (Hz) است و میزان همبستگی این دو متغیر به وسیله آزمون همبستگی Pearson به دست آمد ($r = -۰/۸۷$، $P < ۰/۰۰۱$).

با توجه به این که برای هیچ کدام از دو ابزار، نقاط برش خستگی چشمی، در تحقیقات و منابع علمی قبلی ارایه نشده بود، شناسایی نقاط برش با استفاده از نتایج اندازه‌گیری‌های انجام شده به وسیله پرسش‌نامه و دستگاه VFM و شاخص‌های حساسیت و ویژگی و منحنی‌های ROC محاسبه شد.

دامنه تغییرات ارزش Flicker در این مطالعه بین ۰ تا ۴/۱- هرتز بود. از دستگاه VFM-۹۰/۱ به عنوان مبنای تعیین نقاط برش خستگی چشمی در پرسش‌نامه استفاده شد. تمامی نقاط موجود در دامنه تغییرات دستگاه، از نقطه ۰/۲- هرتز به فاصله ۰/۱ به عنوان نقطه برش فرض شد. برای هر نقطه منحنی‌های حساسیت- ویژگی (منحنی ROC) ترسیم و سطح زیر منحنی‌ها و سطح معنی‌داری آن نقاط، به طور جداگانه بررسی گردید. نقطه برش بر اساس بهترین مقادیر حساسیت، ویژگی و سطوح زیر منحنی مشخص شد. اولین نقطه برش به دست آمده ۰/۵- هرتز بود، که بر اساس جدول ۳ و نمودار ۱ معادل امتیاز ۰/۶۵ پرسش‌نامه می‌باشد.

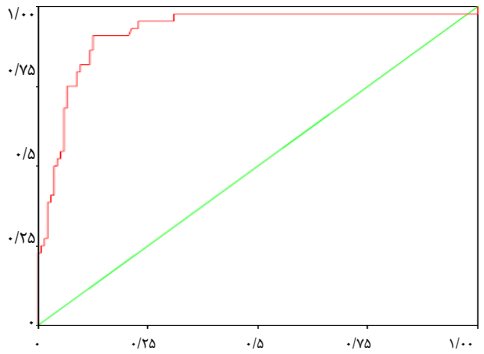
در مرحله دوم، توسط نرم‌افزار SPSS مقادیر فرکانس‌هایی در دومین آزمون نقطه برش شرکت داده شدند که دارای تغییرات ارزش Flicker کمتر از ۰/۵- هرتز بودند. همانند مرحله قبل تمامی نقاط به عنوان نقطه برش دوم مفروض شده، منحنی ROC و مقادیر حساسیت ویژگی و سطح زیر منحنی برای تمامی اعداد به فاصله ۰/۱، محاسبه و ترسیم شد. دومین نقطه برش به دست آمده ۲/۲- هرتز بود که بر اساس جدول ۳ و نمودار ۱، امتیاز ۲/۳۶ برای پرسش‌نامه به دست آمد.

برای به دست آوردن نقطه برش سوم، همانند دو مرحله قبل اقدام و نمونه‌های کوچک‌تر از ۲/۲- انتخاب گردید و مقادیر حساسیت و ویژگی به دست آمد. مطابق نتایج مندرج در جدول ۳ و منحنی ROC مربوط، نقطه برش سوم دستگاه، نقطه ۳/۴- هرتز به دست آمد که معادل امتیاز ۳/۸۸ پرسش‌نامه می‌باشد.

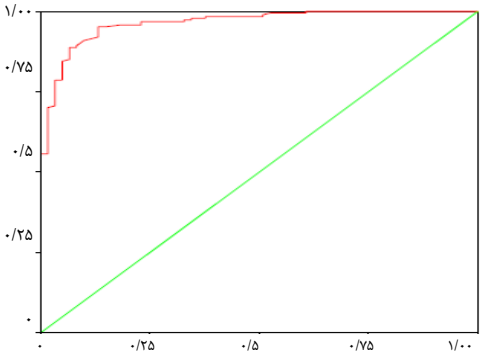
www.mui.ac.ir

جدول ۳: نتایج آزمون حساسیت ویژگی در نقاط مختلف برش دستگاه

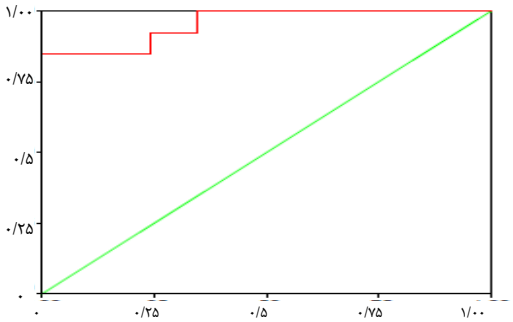
سطوح محاسبه شده خستگی چشمی (مقیاس ۱۰-۰)	نقطه برش محاسبه شده برای پرسش‌نامه	حساسیت	ویژگی	سطح معنی‌داری	سطح زیر منحنی (انحراف معیار)	نقاط برش آزمون شده برای دستگاه (Hz)
بدون خستگی (≤ ۰/۶۵)	۰/۵۷	۰/۸۹۴	۰/۹۰۰	<۰/۰۰۱	۰/۹۵۵ (۰/۰۱۳)	-۰/۴
	۰/۶۵	۰/۹۰۹	۰/۹۰۲	<۰/۰۰۱	۰/۹۶۴ (۰/۰۱۱)	-۰/۵
	۰/۶۸	۰/۹۰۰	۰/۸۸۲	< ۰/۰۰۱	۰/۹۶۴ (۰/۰۱۱)	-۰/۶
خستگی کم (۲/۳۶-۰/۶۶)	۱/۵۲	۰/۸۰۸	۰/۸۲۴	< ۰/۰۰۱	۰/۸۹۱ (۰/۰۲۵)	-۱/۵
	۱/۶۷	۰/۹۰۴	۰/۷۹۷	< ۰/۰۰۱	۰/۹۱۳ (۰/۰۲۶)	-۲
	۲/۳۶	۰/۹۰۹	۰/۸۷۵	< ۰/۰۰۱	۰/۹۲۱ (۰/۰۲۷)	-۲/۲
	۲/۸۳	۰/۷۹۴	۰/۸۹۷	< ۰/۰۰۱	۰/۹۱۱ (۰/۰۳۲)	-۲/۵
خستگی متوسط (۳/۸۸-۲/۳۷)	۳/۴۵	۰/۸۱۳	۰/۷۶۹	< ۰/۰۰۱	۰/۸۹۷ (۰/۰۵۲)	-۳/۲
	۳/۶۰	۰/۸۰۰	۰/۸۷۵	< ۰/۰۰۱	۰/۹۳۸ (۰/۰۳۵)	-۳/۳
	۳/۸۸	۰/۸۴۶	۱/۰۰	< ۰/۰۰۱	۰/۹۵۵ (۰/۰۳۳)	-۳/۴
خستگی شدید (≤ ۳/۸۹)	۳/۸۹	۰/۸۳۳	۰/۹۶۷	< ۰/۰۰۱	۰/۹۳۳ (۰/۰۴۱)	-۳/۵



سطح زیر منحنی برای نقطه برش (-۲/۲ Hz) دستگاه، برابر ۰/۰۲۷ ± ۹۲/۱ درصد و (P < ۰/۰۰۱)



سطح زیر منحنی برای نقطه برش (-۰/۵ Hz) دستگاه، برابر ۰/۰۱۱ ± ۹۶/۴ درصد و (P < ۰/۰۰۱)



سطح زیر منحنی برای نقطه برش (-۳/۴ Hz) دستگاه، برابر ۰/۰۳۳ ± ۹۵/۵ درصد و (P < ۰/۰۰۱)

نمودار ۱: منحنی‌های ROC به دست آمده در سه نقطه برش نهایی

www.mui.ac.ir

بحث

نتایج نشان می‌دهد که پرسش‌نامه طراحی شده ۱۵ سؤالی سنجش خستگی چشمی کاربران VDT از اعتبار و روایی قابل قبول علمی برخوردار است. برای قیاس محتوا و روش ساخت علمی آن می‌توان به پرسش‌نامه ۲۸ گزینه‌ای Kuze و همکاران اشاره کرد که پس از تحلیل عاملی اکتشافی، پنج دسته اصلی شامل استرین چشمی، ناراحتی‌های عمومی (General discomfort)، انزجار از کار و دل آشوب (Nausea)، سختی تمرکز چشمی (Focusing difficulty) و سردرد برای پرسش‌نامه معرفی شده است. در این پرسش‌نامه، سؤالات بسیار ریز و تفکیک شده طرح شده‌اند. این چنین سؤالاتی در طراحی اولیه پرسش‌نامه ما نیز مطرح شد که با نظر متخصصین با همدیگر تلفیق شدند. به عنوان مثال سؤالات سردرد در ناحیه پیشانی، پس سر و گیجگاه، به یک گزینه سردرد تلفیق شدند و باعث کاهش تعداد سؤالات و راحتی پاسخ‌گویی شده، در عین حال تمامی علایم خستگی چشمی در پرسش‌نامه گنجانده شد. از امتیاز ویژه پرسش‌نامه ما نسبت به پرسش‌نامه Kuze توانایی تعیین سطوح کمی و کیفی و خستگی چشمی می‌باشد.

Blehm و همکاران، مطالعه‌ای بر روی فاکتورهای خستگی چشمی در کاربران VDT و نمایشگرها انجام دادند و پرسش‌نامه‌ای را اعتبارسنجی کردند که خستگی چشمی را در چهار حیطه اصلی: فشارهای چشمی، عوارض سطح چشم، اختلالات بینایی و اختلالات خارج چشمی تقسیم‌بندی نموده است (۴). پرسش‌نامه طراحی شده ما نیز از نظر مدل ساختاری و سازه، مشابه پرسش‌نامه Blehm است و از برتری پرسش‌نامه ما نسبت به پرسش‌نامه Blehm می‌توان به قابلیت تعیین سطوح کمی و کیفی برای خستگی چشمی اشاره کرد.

Amalia و همکاران با استفاده از یک پرسش‌نامه ۱۵ سؤالی، خستگی چشمی ۹۹ نفر از دانشجویان کاربر کامپیوتر را ارزیابی کردند. این سؤالات در مقیاس ۰ تا ۵ لیکرت طراحی شده، امتیاز نهایی پرسش‌نامه در رنج ۰ تا ۷۵ تعریف شده بود. همچنین امتیاز ۹ پرسش‌نامه به عنوان تنها نقطه برش، برای داشتن یا نداشتن خستگی چشمی پذیرفته شده بود (۲۳). پرسش‌نامه ما از نظر مقیاس اندازه‌گیری در طیف لیکرت ۰ تا ۱۰ طراحی شده بود که دقت پاسخ‌گویی را به سؤالات افزایش می‌دهد، در ضمن این دو پرسش‌نامه از نظر امتیاز نهایی، حیطه‌ها و زیر حیطه‌ها و تعداد خطوط برش با هم متفاوت‌اند، ولی از نظر تعداد سؤال یکسان می‌باشند. نقطه برش پرسش‌نامه Amalia (امتیاز ۹) در مقیاس ۰ تا ۷۵، به طور تقریبی معادل اولین نقطه برش پرسش‌نامه ما (امتیاز ۰/۶۵) در دامنه تغییرات ۰ تا ۱۰ می‌باشد. از برتری‌های پرسش‌نامه ما می‌توان به توانایی تعیین ۳ نقطه برش برای خستگی چشمی اشاره کرد.

پرسش‌نامه خستگی چشمی Heuer و همکاران، دارای ۶ گزینه با مقیاس لیکرت ده تایی است (۱۱). تعداد سؤالات این پرسش‌نامه کم و محدود بوده، به نظر می‌رسد که نمی‌تواند به خوبی تمام جوانب و علایم خستگی چشمی را پوشش دهد. در ضمن این پرسش‌نامه نیز نمی‌تواند سطوح مختلف خستگی چشمی را به صورت کمی یا کیفی تعیین کند.

در بعضی مطالعات جهت ارزیابی خستگی چشمی فقط از یک سؤال در پرسش‌نامه استفاده نموده‌اند که این سؤال در مقیاس ۵ تایی، میزان خستگی چشمی را برآورد می‌کند (۱۶، ۱۵). این چنین پرسش‌نامه‌های تک گزینه‌ای همراه با دیگر متدهای عینی (Objective methods) برای ارزیابی خستگی چشمی به طور همزمان استفاده می‌شوند (۱۷، ۱۵). ارزیابی احساس خستگی چشمی، تنها با یک سؤال می‌تواند با خطای زیادی همراه باشد و استفاده از یک متد دیگر در کنار آن ضروری است، که حاکی از محدودیت‌های این پرسش‌نامه است. همچنین پرسش‌نامه Yano نیز هیچ گونه سطح‌بندی کمی و کیفی برای میزان خستگی چشمی معرفی نکرده است.

در تعیین اعتبار علمی (روایی) پرسش‌نامه خستگی چشمی از نظرات متخصصین مرتبط با موضوع استفاده شد و روایی ظاهری و محتوای پرسش‌نامه به اثبات رسید. قابل ذکر است که با انجام تحلیل عاملی تأییدی، دسته‌بندی سؤالات در

www.mui.ac.ir

چهار حیطه اصلی بررسی شد و با توجه به مقادیر شاخص‌های برازش، از جمله CMIN/dF که برابر ۱/۳ در مدل محاسبه شد، GFI که معادل ۰/۹۶ و AGFI که برابر ۰/۹۲ به دست آمد و RMSEA که مساوی ۰/۰۳۶ است، مدل نظری چهار عاملی خستگی چشمی از جنبه ساختار و روایی سازه به تأیید رسید.

ضریب Cronbach's alpha معادل ۰/۷۵ تأکیدی بر پایایی پرسش‌نامه دارد و از طرفی همبستگی هر حیطه با سایر حیطه‌ها، ارتباط متوسط داشته است (۵/۰ < r < ۲۵/۰). این نشان می‌دهد که حیطه‌های انتخاب شده با هم هم‌پوشانی نداشته، سؤالات تمییز دهنده (Discriminate) هستند و این مسأله نشان دهنده انسجام داخلی پرسش‌نامه است.

نتایج همزمان ارزیابی تغییرات خستگی چشمی (در قبل و بعد از آزمایش) به وسیله دو ابزار (پرسش‌نامه و دستگاه VFM) حاکی از همبستگی منفی نتایج می‌باشد (r = −۰/۸۷، P < ۰/۰۰۱)؛ یعنی هر چقدر نمره خستگی چشمی پرسش‌نامه بیشتر می‌شود، در مقابل ارزش Flicker فرد به سمت فرکانس‌های پایین‌تر نزول پیدا می‌کند. این ضریب همبستگی نشان می‌دهد که هر دو ابزار به خوبی می‌توانند میزان تغییرات خستگی چشمی را ارزیابی کنند.

بعد از تأیید اعتبار ظاهری و محتوا و روایی سازه و اعتبار ملاک پرسش‌نامه، میزان تغییرات امتیاز پرسش‌نامه و تغییرات ارزش Flicker (CFF change)، به وسیله منحنی ROC و مقادیر حساسیت و ویژگی و سطوح زیر منحنی آزمون شده، نقاط بهینه در سه مرحله آنالیز جداگانه برای دستگاه ۰/۵−، ۲/۲− و ۳/۴− هرتز به دست آمده است. نقاط متناظر آن برای پرسش‌نامه، به ترتیب ۰/۶۵، ۲/۳۶ و ۳/۸۹ یادآوری می‌شود که امتیاز نهایی پرسش‌نامه در دامنه ۰ تا ۱۰ قرار داده شده است. تقسیم‌بندی نواحی خستگی چشمی مطابق جدول ۳ انجام شد. مقادیر کمتر یا مساوی ۰/۶۵ نمره پرسش‌نامه، در ناحیه بدون خستگی، مقادیر بین ۰/۶۶ و ۲/۳۶ معادل ناحیه خستگی کم، و امتیاز بین ۲/۳۷ تا ۳/۸۸ ناحیه خستگی متوسط، بیشتر یا مساوی ۳/۸۹ ناحیه خستگی شدید را نشان می‌دهند.

تشکر و قدردانی

کلیه نویسندگان از معاونت تحقیقات و فن‌آوری دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، تقدیر و تشکر می‌نمایند.

References

1. Ghasemi M, Nasl Seraji J, Zakerian SA, Azhdari MR. Ergonomic assessment (identification, prediction and control) of human error in a control room of the petrochemical industry using the SHERPA Method. Scientific Journal of School of Public Health and Institute of Public Health Research 2010; 8(1): 41-52.
2. Shahraminia SA. Evaluate possible solutions to reduce accidents caused by driver fatigue. Proceedings of the 5th National Congress of Civil Engineering Ferdowsi University of Mashhad; 2010 May 14-16; Mashhad, Iran; 2010. [In Persian].
3. Ukai K, Howarth PA. Visual fatigue caused by viewing stereoscopic motion images: Background, theories, and observations. Displays 2011; 29(2): 106-16.
4. Blehm C, Vishnu S, Khattak A, Mitra S, Yee RW. Computer vision syndrome: a review. Surv Ophthalmol 2005; 50(3): 253-62.
5. Dehghani A, Tavakoli M, Akhlaghi M, Sari-Mohammadli M, Masjedi M, Riahi M. Ocular Symptoms and Signs in Professional Video-Display Users. Tehran: Bina Publication; 2007. [In Persian].
6. Anshel JR. Visual ergonomics in the workplace. AAOHN J 2007; 55(10): 414-20.
7. Rajeev A, Gupta A, Sharma M. Visual Fatigue and Computer Use among College Students. Indian J Comm Med 2006; 31(3): 192-3.
8. ISO. Image safety - Reducing the incidence of undesirable biomedical effects caused by visual image sequences [Online]. 2005; Available from: URL: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43019/
9. Kuze J, Ukai K. Subjective evaluation of visual fatigue caused by motion images. Displays 2008; 29(2): 159-66.
10. Hjollund NH, Andersen JH, Bech P. Assessment of fatigue in chronic disease: a bibliographic study of fatigue measurement scales. Health Qual Life Outcomes 2007; 5(1): 12.

www.mui.ac.ir

11. Boss RW. E-book; An uncertain future, Tech Notes, American Library. Proceedings of the ACM CHI 89 Human Factors in Computing Systems Conference; 1989 Apr 30-Jun 4; Austin, Texas; 1989. 1989.
12. Carlson S. Students complain about devices for reading E-book, Study Finds: The Chronicle of Higher Education [Online]. 2002 [cited 2002 Aug 26]; Available from: URL: http://chronicle.com/article/Students-Complain-About/116409/
13. Abolfazli A. Laboratory of Industrial Ergonomics. Tehran: Jam-e-Jam; 2004. [In Persian].
14. Lin PH, Lin YT, Hwang SL, Jeng SC, Liao CC. Effects of anti-glare surface treatment, ambient illumination and bending curvature on legibility and visual fatigue of electronic papers. Displays 2008; 29(1): 25-32.
15. Lin CJ, Feng WY, Chao CJ, Tseng FY. Effects of VDT workstation lighting conditions on operator visual workload. Ind Health 2008; 46(2): 105-11.
16. Wu SP, Yang CH, Ho CP, Jane DH. VDT screen height and inclination effects on visual and musculoskeletal discomfort for Chinese wheelchair users with spinal cord injuries. Ind Health 2009; 47(1): 89-93.
17. Lin YT, Lin PH, Hwang SL, Jeng SC, Liao CC. Investigation of legibility and visual fatigue for simulated flexible electronic paper under various surface treatments and ambient illumination conditions. Appl Ergon 2009; 40(5): 922-8.
18. Ogata M, Ukai K, Kawai T. Visual fatigue in congenital nystagmus caused by viewing images of color sequential projectors. Journal of Display Technology 2005; 1(2): 314-20.
19. Yano S, Ide S, Mitsuhashi T, Thwaites H. A study of visual fatigue and visual comfort for 3D HDTV/HDTV images. Displays 1 2002; 23(4): 191-201.
20. Emoto M, Nojiri Y, Okano F. Changes in fusional vergence limit and its hysteresis after viewing stereoscopic TV. Displays 2004; 25(2-3): 67-76.
21. Kooi F, Toet A. Visual comfort of binocular and 3D displays. Displays 2004; 25(2-3): 9-108.
22. Yaghmaei F. Content validity and its estimation**.** Journal of Medical Education 2009; 3(1): 25-7.
23. Amalia H, Suardana GG, Artini W. Husnun Amalia GGS, Widya Artini. Accommodative insufficiency as cause of asthenopia in computer-using students. Universa Medicina 2010; 29(2): 78-80.

www.mui.ac.ir

Development and Validation of a Visual Fatigue Questionnaire for Video Display Terminal Users

***Ehasanollah Habibi*[1], *Siamak Pourabdian*[2], *Hasan Rajabi*[3], *Habibollah Dehghan*[4], *Mohammad Reza Maracy*[5]**

Abstract

Background: Technology- related tools, including computers and video display terminals (VDTs), are rapidly expanding as a result of the quick growth of technology itself. Investigation on the complaints of VDT users reported visual discomfort. This study aimed to design an appropriate tool to assess visual fatigue of VDT users.

Methods: This cross-sectional study was performed on 248 VDT users in different professions during 2011. After reading books, articles, and similar questionnaires, question banks were provided and an initial questionnaire was developed. Validity and reliability of the questionnaire were evaluated by Cronbach's alpha coefficient and content validity index (CVI). A theoretical model based on four categories of symptoms of visual fatigue, extracted from previous studies, was designed. AMOS software was used to assess the validity of its constructs using confirmatory factor analysis and fitted parameters. Using the $SPSS_{18}$, internal correlation coefficients of the domains were calculated. In order to investigate the reliability and grade the final scores of the questionnaire, visual fatigue was simultaneously assessed by the questionnaire and the VFM-90.1 device and the results were compared. In addition, cutting points were determined by the ROC curve.

Findings: A minimum CVI of 0.75, reliability coefficient of 0.755, model fit indices of RMSEA = 0.026, GFI = 0.96 and AGFI = 0.92 were found. The correlation between the results measured with a questionnaire and VFM-90.1 was -0.87 and the cut-off points were calculated as 0.65, 2.36 and 3.88. Four main domains of the questionnaire, including eye strain (4 questions), visual impairment (5 questions), surface-related impairments of the eye (3 questions) and problems outside the eye (3 questions), were approved.

Conclusion: The questionnaire contained 15 questions to assess visual fatigue. It had excellent reliability and validity. Therefore, VDT users can easily assess their extent and level of visual fatigue by this relatively short and simple questionnaire.

Key words: Visual Fatigue Questionnaire, Validity, Reliability, Visual Display Terminal Users.

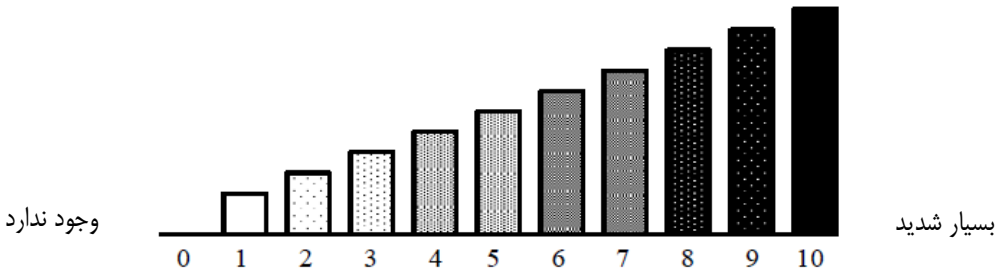
This article was derived from MSc thesis in the Isfahan University of Medical Sciences.

1- Associate Professor, Department of Professional Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran. (Corresponding Author). Email: habibi@hlth.mui.ac.ir
2- Assistant Professor, Department of Professional Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
3- MSc Student, Students research committee, Department of Professional Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
4- Lecturer, Department of Professional Health Engineering, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.
5- Associate Professor, Department of Epidemiology and Biostatistics, School of Health, Isfahan University of Medical Sciences, Isfahan, Iran.

www.mui.ac.ir

ضمیمه ۱

پرسش‌نامه سنجش خستگی بینایی کاربران پایانه‌های تصویری



ردیف	گزینه‌ها	امتیاز
۱	احساس فشار در اطراف چشم‌ها	
۲	احساس خشکی چشم	
۳	احساس سوزش چشم	
۴	احساس سنگینی پلک چشم	
۵	اشک‌آلود شدن و اشک ریزش چشمی در حین کار	
۶	سرگیجه در هنگام نگاه کردن به مانیتور	
۷	میزان تار دیدن مانیتور	
۸	دوبینی کلمات	
۹	سردرد در حین کار	
۱۰	احساس خواب آلودگی	
۱۱	احساس درد چشمی	
۱۲	واضح ندیدن اشیاء نزدیک	
۱۳	واضح ندیدن اشیاء دور	
۱۴	نیاز به مالش و ماساژ چشم‌ها	
۱۵	جا انداختن کلمات یا سطرها	

مجموع امتیازات این سؤالات محاسبه و سپس بر ۱۵ تقسیم می‌شود.
حداقل امتیاز صفر و حداکثر امتیاز نهایی پرسش‌نامه ۱۰ می‌باشد.

www.mui.ac.ir