

همترازسازی نمرات دروس ریاضی و فیزیک رشته علوم تجربی آزمون کنکور سراسری سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ براساس نظریه های کلاسیک و جدید اندازه گیری

شیرین رضوانی فر^۱، محمدرضا فلسفی نژاد^۲، علی دلاور^۳

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۴/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۵/۱۰/۱۵

چکیده

هدف پژوهش حاضر همترازسازی نمرات دروس ریاضی و فیزیک رشته علوم تجربی آزمون کنکور سراسری سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ براساس نظریه های کلاسیک و جدید اندازه گیری است. روش پژوهش حاضر از نوع توصیفی است. در این پژوهش سعی شده است با استفاده از طرح گروه های همسان و همچنین طرح گروه های ناهمسان با آزمون لنگر و شیوه های همترازسازی خطی، میانگین و هم صدک در نظریه کلاسیک و مقایسه آن با نتایج همترازسازی در نظریه جدید اندازه گیری، همترازسازی نمرات دروس ریاضی و فیزیک رشته علوم تجربی مورد مقایسه قرار گیرد. نتایج به دست آمده نشان داد که هم در طرح گروه های همسان و هم در طرح گروه های ناهمسان، شیوه هم درصدی بدون هموارسازی کمترین خطای استاندارد را داشته و از این بین نیز طرح گروه های ناهمسان با شیوه هم درصدی بدون هموارسازی به نسبت طرح گروه های همسان خطای استاندارد کمتری داشت. در ادامه، در نظریه جدید اندازه گیری معادل هر یک از نمرات دروس ریاضی و فیزیک سال ۱۳۸۸ در سال ۱۳۸۹ ارائه گردید.

واژگان کلیدی: همترازسازی، کنکور، نظریه های کلاسیک و سوال - پاسخ

۱. دانشجوی دکتری سنجش و اندازه گیری دانشگاه علامه طباطبائی (نویسنده مسئول)

پست الکترونیک: sh.rf1984@gmail.com

۲. دانشیار گروه سنجش و اندازه گیری دانشگاه علامه طباطبائی

۳. استاد گروه سنجش و اندازه گیری دانشگاه علامه طباطبائی

مقدمه

با توجه به وظیفه بسیار سنگین نظام آموزشی در تربیت نیروی انسانی، لازم است در طراحی و اجرای فعالیت‌های مرتبط با آن، از مطلوب‌ترین شیوه‌ها استفاده کرد. یکی از شیوه‌هایی که به کمک آن می‌توان فعالیت‌های آموزشی را تنظیم کرد، استفاده از آزمون‌های علمی است. این استفاده باید در راستای تحقق اهداف توسعه علوم و فناوری کشور باشد. به عبارتی باید به مطلوب‌ترین شکل تقسیم منابع و عدالت آموزشی میسر شود. بنابراین در کشور ما برای ایجاد امکان آموزش نیروی انسانی و تربیت افراد متخصص نظام آموزش عالی شکل گرفته که پیش شرط ورود به آن، رد شدن از سدی به نام کنکور است. در نظام آموزشی کشور ما سالانه، آزمون‌های علمی برای ورود به دانشگاه‌ها و مؤسسات آموزش عالی برگزار می‌شود در این مرحله دانش‌آموزان، آموخته‌های خود را به محک آزمایش گذاشته و با دستیابی به شرایط خاصی در این آزمون وارد قلمرو آموزش عالی می‌شوند (دادار، ۱۳۸۳). برای نقطه شروع ابتدا باید به آزمون ورودی یعنی همان کنکور با توجه به حساسیتی که در سرنوشت افراد دارد توجه ویژه نمود. فرض بر این است که آزمون کنکور برترین و شایسته‌ترین داوطلبین را شناسایی می‌کند، به طوری که دانش‌آموزانی که از توانایی علمی بالاتری نسبت به سایرین برخوردارند وارد دانشگاه شده و ادامه تحصیل می‌دهند، اما این هدف زمانی تأمین می‌شود که پرسش‌های آزمون کنکور چنان برگزیده شده باشد که پاسخگویی بهتر به آن‌ها نشانه برخورداری هر چه بیشتر از معلومات علمی مورد نظر باشد. برای این که چنین هدفی در آزمون میسر شود می‌بایست آزمون کنکور در سال‌های متمادی برگزاری این قابلیت را حفظ کند.

آموزش و سنجش دو پدیده‌ای هستند که با یکدیگر در ارتباط تنگاتنگ بوده و بر همدیگر اثرات مستقیمی دارند. تغییر در شیوه‌ها، مطالب و معیارهای آموزشی بر نحوه سنجش مطالب فراگرفته شده اثر می‌گذارد. به همین ترتیب تغییر در شیوه‌های سنجش نیز اثرات مستقیمی بر فرایند آموزش دارد. بنابراین لازمه نظام آموزشی موفق که اهداف پیش‌تعیین شده‌ای را دنبال می‌کند، وجود یک نظام سنجش است که بتواند پاسخ‌گوی

فعالیت‌های آموزشی نظام بوده، نکات قوت و ضعف آن را با شیوه علمی روشن کرده و به متولیان مربوط، راهکار مناسب ارائه دهد (فرهادی، ۱۳۸۱ به نقل از کریمیان، ۱۳۸۹).
آزمون‌ها از انواع رایج ارزیابی هستند که در سیستم آموزشی صورت می‌گیرند. آزمون‌ها از نظر محتوای آزمون (دانش، مهارت و ...)، هدف آزمون (پیشرفت تحصیلی، گزینش داوطلبان و ...)، معیار قبولی و جنبه‌های گوناگون دیگر قابل طبقه‌بندی می‌باشند. برای آن که هر آزمون نتایج قابل استناد داشته باشد، باید از روایی، پایایی و قابلیت اجراء برخوردار باشد که هر یک جنبه‌های متفاوتی از آزمون را در برمی‌گیرد (سیف، ۱۳۸۵).

ابزاری که ضعیف ساخته شده باشد نه تنها مفید نیست، بلکه خطرناک نیز می‌باشد. بنابراین آزمون‌های سرنوشت‌ساز باید به دقت ساخته، اجراء و نمره‌گذاری شوند (نیکولز^۱، گلاس^۲ و بریلینر^۳، ۲۰۰۵). در میان آزمون‌های سنجش دانش، سؤالات چندگزینه‌ای که اولین بار در سال ۱۹۱۴ در دانشگاه کانزاس توسط فردریک ابداع گردید، اکنون رایج‌ترین نوع آزمون‌ها در آزمون‌های سرنوشت‌سازی چون کنکور می‌باشند (حق‌شناس و همکاران، ۱۳۸۷).

قابل مقایسه بودن نمرات در آزمون‌هایی که توانایی یکسانی را اندازه می‌گیرند، موضوعی با اهمیت قابل ملاحظه برای تهیه کنندگان آزمون، متخصصان اندازه‌گیری و همچنین آزمون‌دهندگان است. اگر دو آزمودنی در آزمون‌های متفاوتی شرکت کنند، چگونه نمراتشان را می‌توان مقایسه کرد؟ این سؤال به ویژه زمانی مهم است که باید تصمیماتی در مورد اعطا گواهینامه، گزینش یا قبول و مردود اتخاذ گردد. چرا که نباید فرقی کند که کدام آزمون برای اخذ تصمیم به کار گرفته شده است (همبلتون، ۱۹۹۱).

مقایسه‌پذیری نمرات فرم‌های مختلف آزمون از یک ارزیابی استاندارد شده برای بیش از ۹۰ سال کانون اصلی اندازه‌گیری تربیتی و صنعت سنجش بوده است (هلند، ۲۰۰۷، به نقل از ون داویر، ۲۰۱۱). مراکز آزمون‌سازی اغلب فرم‌های چندگانه‌ای از آزمون مشابهی را به دلایلی

1. Nichols
2. Glass
3. Berliner

استفاده می‌کنند؛ برای مثال در موقعیت‌هایی مثل پذیرش در دانشگاه داوطلبان چندین بار می‌توانند آزمون دهند اگر سؤال‌های مشترک در هر اجراء مورد استفاده قرار گیرد، سؤال‌ها فاش شده و داوطلبانی که در دفعات بعدی در آزمون شرکت می‌کنند برتری خواهند داشت؛ بنابراین استفاده از فرم‌های چندگانه آزمون امنیت و عادلانه بودن آزمون را تأمین می‌کند (دوآن^۱، ۲۰۱۱).

همترازسازی می‌تواند به عنوان فرآیند آماری برای کنترل متغیر مزاحم «فرم آزمون^۲» در فرآیند اندازه‌گیری به شمار آید. اگر فرآیند ساخت آزمون کامل باشد همترازسازی لازم نخواهد بود (ون داویر، ۲۰۱۱). با توجه به این که آزمون کنکور به عنوان حساس‌ترین و سرنوشت‌سازترین معیار سنجش شایستگی هر ساله در کشور برگزار می‌شود در این پژوهش سعی شده است دو درس ریاضی و فیزیک آزمون کارشناسی رشته علوم تجربی به عنوان بخشی از دروس آزمون کنکور در دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ همتراز گردد.

روش

این مطالعه از نظر نوع روش تحقیق یک مطالعه توصیفی - تحلیلی است که با توجه به شرایط و مفروضات هر یک از روش‌های همترازسازی و همچنین تطبیق شرایط عملی با شرایط نظری روش همترازسازی با طرح‌های تک گروهی و طرح گروه‌های ناهمسان با آزمون لنگر انتخاب گردید که در آن دو آزمونی که قرار است به هم پیوند زده شوند روی گروه‌هایی که هم یکسان و هم ناهمسان در نظر گرفته می‌شوند، اجراء می‌شوند. در هر آزمون ۵ سؤال که از نظر محتوا همچنین ضریب تمیز و دشواری با یکدیگر مشابه بودند به عنوان سؤال‌ها لنگر درونی انتخاب شدند.

به منظور دستیابی به اهداف پژوهش از نمرات دروس ریاضی و فیزیک آزمون کنکور سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ رشته علوم تجربی استفاده شده است، به عبارتی جامعه مورد مطالعه شامل نمرات تمامی شرکت‌کنندگان در آزمون‌های ورودی دانشگاه‌ها و مؤسسات

1. Duong
2. Test form

آموزش عالی در سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ می باشد. گروه نمونه در این پژوهش با استفاده از روش نمونه گیری تصادفی سیستماتیک انتخاب گردیده است. داده های مورد نیاز از محل اطلاعات موجود در سازمان سنجش آموزش کشور تهیه شده است. بدین ترتیب که پاسخ تقریباً ۳۰۰۰ نفر از داوطلبین که در هر دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در کنکور سراسری شرکت داشتند و به سؤال ها پاسخ دادند به صورت تصادفی توسط نرم افزار SPSS استخراج شد. سپس افرادی که به هیچ سئوالی پاسخ نداده بودند از تحلیل خارج شدند.

یافته ها

یافته های توصیفی

در جدول ۱ شاخص های توصیفی سؤال های آزمون بیان شده است.

جدول ۱. شاخص های توصیفی آزمون

فیزیک		ریاضی		
۱۳۸۹	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۸۸	
۲۳۲۲	۲۳۲۲	۱۸۷۲	۱۸۷۲	تعداد پاسخ دهندگان
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	تعداد سؤال ها
۲.۳۸	۳.۶۶	۲.۱۷	۲.۶۷	میانگین آزمون
۲.۶۴	۳.۱۶	۲.۴۲	۲.۶۳	انحراف استاندارد
۱.۷۹	۱.۷۹	۱.۷۲	۱.۴۲	چولگی
۴.۱۰	۴.۷۲	۳.۱۸	۲.۱۰	کشیدگی
۰	۰	۰	۰	کمینه
۱۹	۲۵	۱۵	۱۶	بیشینه
۰/۷۲	۰/۷۳	۰/۷۱	۰/۶۹	پایایی آزمون

چنان که ارقام جدول بالا نشان می دهد میانگین درس ریاضی آزمون کنکور سال ۱۳۸۸ برابر ۲/۶۷ با انحراف استاندارد ۲/۶۳ و دامنه نمره ها بین صفر تا ۱۶ قرار دارد. میانگین درس ریاضی آزمون کنکور سال ۱۳۸۹ برابر ۲/۱۷ با انحراف استاندارد ۲/۴۲ و دامنه نمره ها بین صفر تا ۱۵ قرار دارد. میانگین درس فیزیک آزمون کنکور سال ۱۳۸۸ برابر ۳/۶۶ با انحراف

استاندارد ۳/۱۶ و دامنه نمره‌ها بین صفر تا ۲۵ قرار دارد. میانگین درس فیزیک آزمون کنکور سال ۱۳۸۹ برابر با ۲,۳۸ انحراف استاندارد ۲/۶۴ و دامنه نمره‌ها بین صفر تا ۱۹ قرار دارد.

یافته‌های استنباطی

سؤال یک پژوهش: آیا می‌توان نمرات آزمون‌های ریاضی و فیزیک در دو سال مختلف را همتراز کرد؟

۵ پیش فرض اساسی لازمه این است که پیوند دادن، همترازسازی تلقی شود (هلند و دورانز، ۲۰۰۶):

۱. پیش فرض سازه یکسان: دو آزمون باید هر دو، سازه (صفت مکنون، مهارت یا توانایی) یکسانی را اندازه بگیرند.

۲. پیش فرض پایایی یکسان: هر دو آزمون باید پایایی یکسانی داشته باشند.

۳. پیش فرض تقارن: تابع تبدیل همترازسازی نمرات آزمون Y به آزمون X باید معکوس تابع تبدیل همترازسازی نمره آزمون X به آزمون Y باشد.

۴. پیش فرض عادلانه بودن: هیچ تفاوتی بین اجراء دو آزمون بر روی آزمودنی‌ها وجود نداشته باشد.

۵. پیش فرض نامتغیر بودن جامعه: تابع همترازسازی که برای پیوند نمرات دو آزمون X و Y به کار می‌رود باید در جامعه و یا زیرگروه‌های آن یکسان باشد.

- با توجه به مقدار همبستگی به دست آمده بین نمرات دروس ریاضی (۰/۴۳) و فیزیک (۰/۴۴) آزمون سراسری در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ که نشان می‌دهد همبستگی بالایی بین نمرات در دو سال وجود دارد و از طرفی آزمون‌ها برای مهارت یکسانی (ریاضی و فیزیک در سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) ساخته شده‌اند، پیش فرض سازه یکسان برقرار است.

- پایایی سئوالات درس ریاضی در سال ۱۳۸۸ برابر ۰/۶۹ و در سال ۱۳۸۹ برابر ۰/۷۱ می‌باشد همچنین پایایی سئوالات درس فیزیک در سال ۱۳۸۸ برابر ۰/۷۳ و در سال ۱۳۸۹ برابر ۰/۷۲ می‌باشد که بسیار نزدیک به هم است پیش فرض پایایی یکسان برقرار است.

- پیش فرض عادلانه بودن نیز با توجه به اجرای استاندارد این آزمون در دو سال از سوی

سازمان سنجش آموزش کشور برقرار است.

هرچند همترازسازی به معنای واقعی شاید به طور کامل برقرار نگردد ولی در این پژوهش سعی شده شرایط به موقعیت ایده آل نزدیک گردد. در این پژوهش نظریه کلاسیک و جدید اندازه گیری برای همتراز کردن نمرات دروس فیزیک و ریاضی آزمون سراسری در دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ مورد استفاده قرار گرفت.

سؤال دوم پژوهش: آیا بین میانگین نمرات دروس ریاضی و فیزیک آزمون سراسری رشته تجربی در دو سال مختلف تفاوت وجود دارد؟

جدول ۲. نتایج بدست آمده از آزمون t مستقل برای مقایسه میانگین نمرات دروس ریاضی و فیزیک

آزمون سراسری رشته تجربی در دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

آزمون t		آزمون لوین			
سطح معناداری	مقدار t	درجه آزادی	سطح معناداری	F	
۰/۰۰۱	۶/۰۹	۳۷۱۵/۷۲	۰/۰۰۱	۲۲/۳۹	درس ریاضی
۰/۰۰۱	۱۴/۹۲	۴۴۷۹/۱۱	۰/۰۰۱	۳۹/۱۶	درس فیزیک

مقدار t به دست آمده برای میانگین نمرات درس ریاضی برای گروه های مستقل (آزمون کارشناسی سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) برابر با ۶,۰۹ می باشد که در سطح معناداری ۰,۰۱ $\alpha =$ t به دست آمده بزرگ تر از t جدول می باشد که نشان دهنده آنست که میانگین نمرات درس ریاضی در آزمون کارشناسی سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به طور معناداری با یکدیگر متفاوت می باشند، به عبارتی با سطح اطمینان ۹۹ درصد می توان گفت تفاوت آماری معناداری بین میانگین نمرات درس ریاضی در آزمون کارشناسی سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ وجود دارد.

همچنین مقدار t به دست آمده برای میانگین نمرات درس فیزیک برای گروه های مستقل (آزمون کارشناسی سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹) برابر با ۱۴,۹۲ می باشد که در سطح معناداری ۰,۰۱ $\alpha =$ t به دست آمده بزرگ تر از t جدول می باشد که نشان دهنده آنست که میانگین نمرات درس فیزیک در آزمون کارشناسی سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ به طور

معناداری با یکدیگر متفاوت می‌باشند، به عبارتی با سطح اطمینان ۹۹ درصد می‌توان گفت تفاوت آماری معناداری بین میانگین نمرات درس فیزیک در آزمون کارشناسی سراسری سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ وجود دارد.

سؤال سوم پژوهش: هریک از نمرات در آزمون‌های ریاضی و فیزیک در کنکور سال ۱۳۸۸ معادل چه نمره‌ای در کنکور سال ۱۳۸۹ می‌باشد؟

همترازسازی بر اساس نظریه کلاسیک اندازه‌گیری. در همترازسازی بر اساس نظریه کلاسیک با توجه به اینکه از داده‌های گروه نمونه آزمودنی‌های یکسانی بودند که در کنکور سراسری سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ شرکت داشته‌اند از طرح گروه‌های یکسان استفاده شد. از طرفی بنا به محدودیت پژوهش از آنجا داده‌های پژوهش مربوط به دو سال متفاوت از کنکور سراسری می‌باشند جهت مقایسه از طرح گروه‌هایی نامعادل نیز در این پژوهش استفاده گردید. **همترازسازی بر اساس طرح گروه‌های یکسان.** برای همترازسازی بر اساس طرح گروه‌های یکسان از نرم‌افزار LEGS Version 2.0 استفاده شد. این نرم‌افزار همترازسازی را با استفاده از شیوه همترازسازی میانگین، خطی و هم‌درصد بدون هموارسازی پسین و با هموارسازی اجراء می‌نماید. اطلاعات استخراج شده و همچنین خطای استاندارد در جدول صفحه بعد آورده شده است.

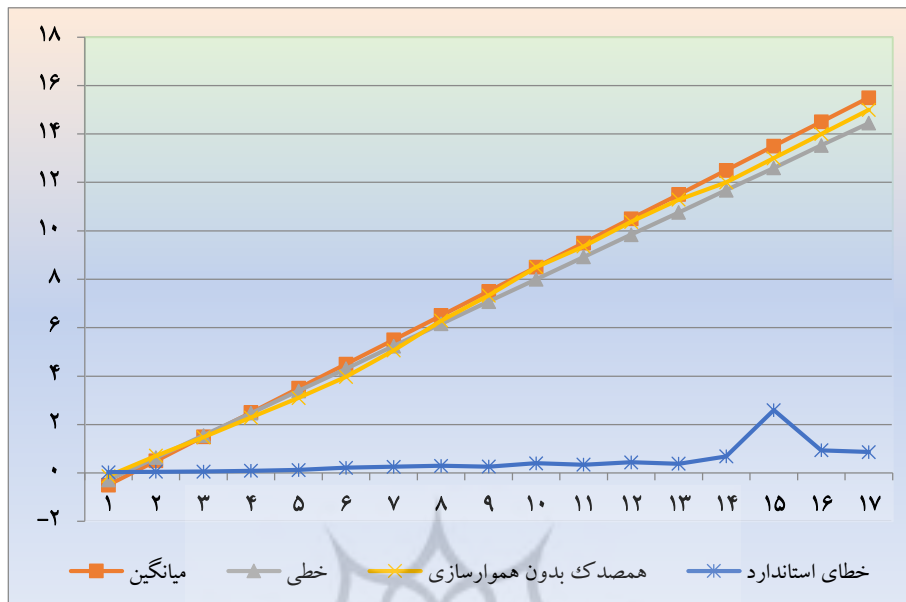
جدول ۳. نتایج همترازسازی درس ریاضی رشته تجربی آزمون سراسری ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

بر اساس طرح گروه‌های یکسان

نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۸	همترازسازی نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹					خطی	میانگین	نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۸
	هم‌درصد با هموارسازی	هم‌درصد	بدون هموارسازی	خطی	میانگین			
۰	۰,۳	۰,۷	۰,۳	۰,۲	۰,۱۳	۰,۲۹	۰,۵۰	۰
۱	۰,۷۱	۰,۷۱	۰,۷۱	۰,۷۲	۰,۷۱	۰,۶۳	۰,۵۰	۱
۲	۱,۵۳	۱,۵۳	۱,۵۳	۱,۵۴	۱,۴۷	۱,۵۵	۱,۵۰	۲
۳	۲,۳۶	۲,۳۶	۲,۳۶	۲,۳۲	۲,۲۹	۲,۴۷	۲,۵۰	۳
۴	۳,۲۲	۳,۲۲	۳,۲۲	۳,۱۱	۳,۱۰	۳,۳۹	۳,۵۰	۴
۵	۴,۱۵	۴,۱۵	۴,۱۵	۴,۰۱	۳,۹۷	۴,۳۱	۴,۵۰	۵

خطای استاندارد	همترازسازی نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹							نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۸
	هم صدک با هموارسازی				هم صدک بدون هموارسازی		میانگین خطی	
	۱	۰,۷	۰,۳	۰,۰۲	۵,۰۶	۵,۰۲		
۰,۲۵۳	۵,۲۰	۵,۱۸	۵,۱۲	۵,۰۷	۵,۰۶	۵,۲۴	۵,۵۰	۶
۰,۲۹۷	۶,۱۶	۶,۱۶	۶,۱۵	۶,۲۵	۶,۲۹	۶,۱۶	۶,۵۰	۷
۰,۲۶۵	۷,۱۴	۷,۱۶	۷,۲۰	۷,۳۸	۷,۳۳	۷,۰۸	۷,۵۰	۸
۰,۴۰۲	۸,۱۳	۸,۱۷	۸,۲۶	۸,۴۵	۸,۵۰	۸,۰۰	۸,۵۰	۹
۰,۳۴۵	۹,۱۲	۹,۱۹	۹,۳۳	۹,۴۳	۹,۳۶	۸,۹۲	۹,۵۰	۱۰
۰,۴۴۱	۱۰,۱۲	۱۰,۲۱	۱۰,۳۹	۱۰,۴۲	۱۰,۳۷	۹,۸۴	۱۰,۵۰	۱۱
۰,۳۸۱	۱۱,۱۱	۱۱,۲۱	۱۱,۴۰	۱۱,۳۹	۱۱,۲۹	۱۰,۷۶	۱۱,۵۰	۱۲
۰,۶۸۴	۱۲,۰۸	۱۲,۱۷	۱۲,۳۱	۱۲,۳۰	۱۲,۰۰	۱۱,۶۸	۱۲,۵۰	۱۳
۲,۵۹۶	۱۳,۰۶	۱۳,۱۲	۱۳,۲۲	۱۳,۲۲	۱۳,۰۰	۱۲,۶۰	۱۳,۵۰	۱۴
۰,۹۳۵	۱۴,۰۴	۱۴,۰۷	۱۴,۱۳	۱۴,۱۳	۱۴,۰۰	۱۳,۵۳	۱۴,۵۰	۱۵
۰,۸۶۶	۱۵,۰۱	۱۵,۰۲	۱۵,۰۴	۱۵,۰۴	۱۵,۰۰	۱۴,۴۵	۱۵,۵۰	۱۶
۰,۴۷۳	میانگین خطای استاندارد							

جدول فوق نتایج همترازسازی آزمون ریاضی ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ بر اساس طرح گروه‌های یکسان را نشان می‌دهد؛ همچنین خطای همترازسازی را در این طرح گزارش می‌دهد.



نمودار ۱. نمرات درس ریاضی سال ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده درس ریاضی سال ۱۳۸۹ در آزمون سراسری رشته تجربی

جدول ۴. نتایج همترازسازی درس فیزیک سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در آزمون سراسری رشته تجربی بر اساس طرح گروه‌های یکسان

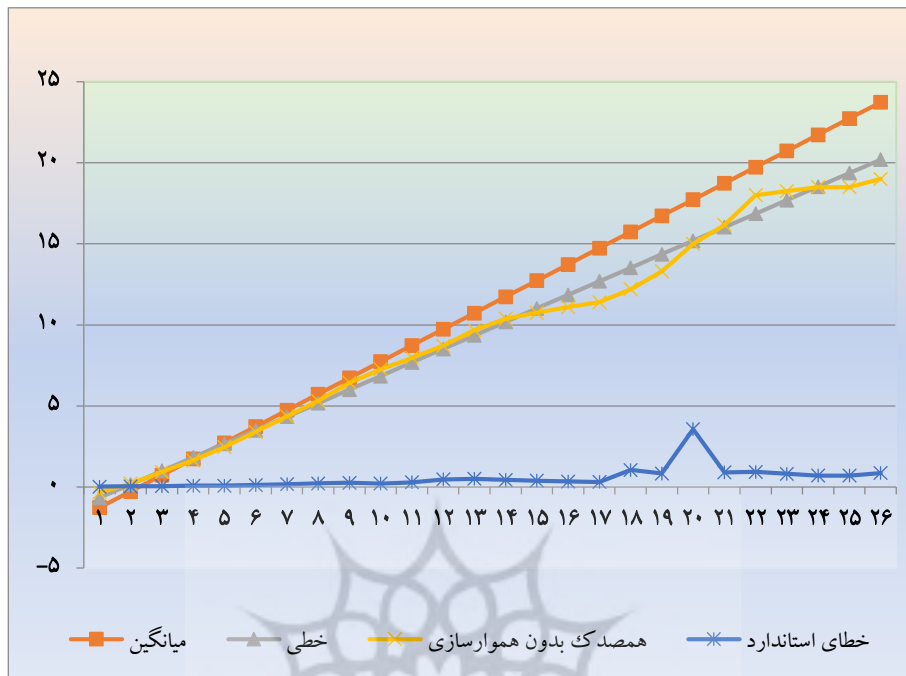
خطای استاندارد	همصدک بدون هموارسازی				همصدک بدون هموارسازی	خطی	میانگین	نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸
	۱	۰,۷	۰,۳	۰,۲				
۰,۰۱۸	-۰,۴۸	-۰,۴۷	-۰,۴۵	-۰,۴۴	-۰,۳۴	-۰,۶۷	-۱,۲۷	۰
۰,۰۴۲	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۲۲	۰,۲۱	۰,۱۶	-۰,۲۷	۱
۰,۰۵۲	۰,۹۲	۰,۹۳	۰,۹۵	۰,۹۲	۰,۹۳	۱,۰۰	۰,۷۳	۲
۰,۰۸۳	۱,۷۰	۱,۶۹	۱,۶۹	۱,۷۱	۱,۶۴	۱,۸۳	۱,۷۳	۳
۰,۰۸۰	۲,۵۲	۲,۵۱	۲,۵۰	۲,۵۰	۲,۴۶	۲,۶۷	۲,۷۳	۴
۰,۱۲۱	۳,۳۹	۳,۳۹	۳,۴۰	۳,۴۲	۳,۴۰	۳,۵۰	۳,۷۳	۵
۰,۱۷۵	۴,۲۸	۴,۳۰	۴,۳۴	۴,۳۸	۴,۳۶	۴,۳۴	۴,۷۳	۶
۰,۲۱۷	۵,۱۸	۵,۲۲	۵,۳۰	۵,۳۳	۵,۳۱	۵,۱۷	۵,۷۳	۷
۰,۲۶۳	۶,۰۸	۶,۱۳	۶,۲۴	۶,۳۶	۶,۴۳	۶,۰۱	۶,۷۳	۸
۰,۲۰۵	۶,۸۷	۷,۰۱	۷,۱۴	۷,۲۶	۷,۲۶	۶,۸۴	۷,۷۳	۹
۰,۲۸۷	۷,۷۸	۷,۸۴	۷,۹۵	۸,۰۱	۷,۹۷	۷,۶۸	۸,۷۳	۱۰

همترازسازی نمرات دروس ریاضی و فیزیک رشته علوم تجربی ... / ۱۱

خطای استاندارد	نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۹					خطی	میانگین	نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸
	هم‌صدک بدون هموارسازی				هم‌صدک بدون هموارسازی			
	۱	۰,۷	۰,۳	۰,۰۲				
۰,۴۶۷	۸,۵۸	۸,۶۳	۸,۷۲	۸,۸۱	۸,۷۱	۸,۵۱	۹,۷۳	۱۱
۰,۵۰۹	۹,۳۶	۹,۳۸	۹,۴۳	۹,۶۳	۹,۶۸	۹,۳۵	۱۰,۷۳	۱۲
۰,۴۴۰	۱۰,۱۲	۱۰,۱۱	۱۰,۰۹	۱۰,۲۸	۱۰,۳۸	۱۰,۱۸	۱۱,۷۳	۱۳
۰,۳۹۲	۱۰,۸۶	۱۰,۸۲	۱۰,۷۲	۱۰,۷۵	۱۰,۷۵	۱۱,۰۲	۱۲,۷۳	۱۴
۰,۳۴۱	۱۱,۵۹	۱۱,۵۱	۱۱,۳۳	۱۱,۱۵	۱۱,۱۰	۱۱,۸۵	۱۳,۷۳	۱۵
۰,۳۰۸	۱۲,۲۹	۱۲,۱۹	۱۱,۹۴	۱۱,۵۵	۱۱,۴۰	۱۲,۶۹	۱۴,۷۳	۱۶
۱,۰۵۴	۱۲,۹۸	۱۲,۸۷	۱۲,۶۰	۱۲,۰۲	۱۲,۲۰	۱۳,۵۲	۱۵,۷۳	۱۷
۰,۸۲۸	۱۳,۷۵	۱۳,۶۵	۱۳,۴۱	۱۲,۹۰	۱۳,۳۰	۱۴,۳۶	۱۶,۷۳	۱۸
۳,۵۶۶	۱۴,۵۱	۱۴,۴۳	۱۴,۲۲	۱۳,۷۸	۱۵,۰۰	۱۵,۱۹	۱۷,۷۳	۱۹
۰,۹۰۲	۱۵,۲۸	۱۵,۲۱	۱۵,۰۳	۱۴,۶۶	۱۶,۱۷	۱۶,۰۳	۱۸,۷۳	۲۰
۰,۹۳۵	۱۶,۰۵	۱۵,۹۹	۱۵,۸۵	۱۵,۵۴	۱۸,۰۰	۱۶,۸۶	۱۹,۷۳	۲۱
۰,۸۱۰	۱۶,۸۱	۱۶,۷۷	۱۶,۶۶	۱۶,۴۲	۱۸,۲۵	۱۷,۷۰	۲۰,۷۳	۲۲
۰,۷۰۷	۱۷,۵۸	۱۷,۵۵	۱۷,۴۷	۱۷,۳۰	۱۸,۵۰	۱۸,۵۳	۲۱,۷۳	۲۳
۰,۷۰۷	۱۸,۳۵	۱۸,۳۳	۱۸,۲۸	۱۸,۱۸	۱۸,۵۰	۱۹,۳۷	۲۲,۷۳	۲۴
۰,۸۶۶	۱۹,۱۲	۱۹,۱۱	۱۹,۰۹	۱۹,۰۶	۱۹,۰۰	۲۰,۲۰	۲۳,۷۳	۲۵
۰,۵۵۳	میانگین خطای استاندارد							

جدول فوق نتایج همترازسازی آزمون فیزیک ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در آزمون سراسری رشته تجربی بر اساس طرح گروه‌های یکسان را نشان می‌دهد همچنین خطای همترازسازی را در این طرح گزارش می‌دهد.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار ۲. نمرات درس فیزیک سال ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده درس فیزیک در سال ۱۳۸۹ در آزمون سراسری رشته تجربی

همترازسازی بر اساس طرح گروه‌های نامعادل با سئوالات مشترک. هرچند افرادی که در کنکور سراسری سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ شرکت داشتند گروه یکسان بودند ولی از آنجا که در دو سال متفاوت اقدام به پاسخگویی سؤال‌ها کردند صرفاً جهت بررسی اکتشافی و تحلیلی سؤال‌ها از طرح گروه‌های ناهمسان با سئوالات مشترک نیز در این پژوهش استفاده شد تا نتایج قابل مقایسه‌تر گردد. سئوالات مشترک سئوالاتی بودند که از نظر محتوا، ضریب تشخیص و دشواری در آزمون کارشناسی هر دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در هر یک از دروس به هم بسیار نزدیک بودند.

برای همترازسازی بر اساس طرح گروه‌های نامعادل از نرم‌افزار CIPE Version 2.0 استفاده شد. این نرم‌افزار همترازسازی را با استفاده از شیوه همترازسازی میانگین (تاگر، لوین و براون - هلند)، همترازسازی خطی (تاگر، لوین و براون - هلند) و همترازسازی هم‌درصدی

بدون هموارسازی و با هموارسازی اجراء می‌نماید. اطلاعات استخراج شده و همچنین خطای استاندارد در جدول صفحه بعد آورده شده است.

جدول ۵. نتایج همترازسازی درس ریاضی سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ در آزمون سراسری رشته تجربی بر اساس طرح گروه‌های نامعادل

نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹						نمره در
خطی		میانگین				آزمون ریاضی
براون - هلند	لوین	تاکر	براون - هلند	لوین	تاکر	سال ۱۳۸۸
-۰.۰۶	۰.۵	-۰.۰۵	-۰.۴۴	-۰.۴۴	-۰.۴۱	۰
۰.۸۳	۱.۲۲	۰.۸۴	۰.۵۶	۰.۵۶	۰.۵۹	۱
۱.۷۱	۱.۹۳	۱.۷۳	۱.۵۶	۱.۵۶	۱.۵۹	۲
۲.۵۹	۲.۶۴	۲.۶۲	۲.۵۶	۲.۵۶	۲.۵۹	۳
۳.۴۸	۳.۳۶	۳.۵۲	۳.۵۶	۳.۵۶	۳.۵۹	۴
۴.۳۶	۴.۰۷	۴.۴۱	۴.۵۶	۴.۵۶	۴.۵۹	۵
۵.۲۵	۴.۷۸	۵.۳	۵.۵۶	۵.۵۶	۵.۵۹	۶
۶.۱۳	۵.۵	۶.۱۹	۶.۵۶	۶.۵۶	۶.۵۹	۷
۷.۰۱	۶.۲۱	۷.۰۹	۷.۵۶	۷.۵۶	۷.۵۹	۸
۷.۹	۶.۹۲	۷.۹۸	۸.۵۶	۸.۵۶	۸.۵۹	۹
۸.۷۸	۷.۶۴	۸.۸۷	۹.۵۶	۹.۵۶	۹.۵۹	۱۰
۹.۶۶	۸.۳۵	۹.۷۶	۱۰.۵۶	۱۰.۵۶	۱۰.۵۹	۱۱
۱۰.۵۵	۹.۰۶	۱۰.۶۶	۱۱.۵۶	۱۱.۵۶	۱۱.۵۹	۱۲
۱۱.۴۳	۹.۷۸	۱۱.۵۵	۱۲.۵۶	۱۲.۵۶	۱۲.۵۹	۱۳
۱۲.۳۱	۱۰.۴۹	۱۲.۴۴	۱۳.۵۶	۱۳.۵۶	۱۳.۵۹	۱۴
۱۳.۲	۱۱.۲	۱۳.۳۴	۱۴.۵۶	۱۴.۵۶	۱۴.۵۹	۱۵
۱۴.۰۸	۱۱.۹۲	۱۴.۲۳	۱۵.۵۶	۱۵.۵۶	۱۵.۵۹	۱۶
۱۴.۹۶	۱۲.۶۳	۱۵.۱۲	۱۶.۵۶	۱۶.۵۶	۱۶.۵۹	۱۷
۱۵.۸۵	۱۳.۳۴	۱۶.۰۱	۱۷.۵۶	۱۷.۵۶	۱۷.۵۹	۱۸
۱۶.۷۳	۱۴.۰۵	۱۶.۹۱	۱۸.۵۶	۱۸.۵۶	۱۸.۵۹	۱۹
۱۷.۶۱	۱۴.۷۷	۱۷.۸	۱۹.۵۶	۱۹.۵۶	۱۹.۵۹	۲۰
۱۸.۵	۱۵.۴۸	۱۸.۶۹	۲۰.۵۶	۲۰.۵۶	۲۰.۵۹	۲۱
۱۹.۳۸	۱۶.۱۹	۱۹.۵۸	۲۱.۵۶	۲۱.۵۶	۲۱.۵۹	۲۲

نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹						نمره در
خطی			میانگین			آزمون ریاضی
براون - هلند	لوین	تاکر	براون - هلند	لوین	تاکر	سال ۱۳۸۸
۲۰.۲۶	۱۶.۹۱	۲۰.۴۸	۲۲.۵۶	۲۲.۵۶	۲۲.۵۹	۲۳
۲۱.۱۵	۱۷.۶۲	۲۱.۳۷	۲۳.۵۶	۲۳.۵۶	۲۳.۵۹	۲۴
۲۲.۰۳	۱۸.۳۳	۲۲.۲۶	۲۴.۵۶	۲۴.۵۶	۲۴.۵۹	۲۵
۲۲.۹۲	۱۹.۰۵	۲۳.۱۵	۲۵.۵۶	۲۵.۵۶	۲۵.۵۹	۲۶
۲۳.۸	۱۹.۷۶	۲۴.۰۵	۲۶.۵۶	۲۶.۵۶	۲۶.۵۹	۲۷
۲۴.۶۸	۲۰.۴۷	۲۴.۹۴	۲۷.۵۶	۲۷.۵۶	۲۷.۵۹	۲۸
۲۵.۵۷	۲۱.۱۹	۲۵.۸۳	۲۸.۵۶	۲۸.۵۶	۲۸.۵۹	۲۹
۲۶.۴۵	۲۱.۹	۲۶.۷۲	۲۹.۵۶	۲۹.۵۶	۲۹.۵۹	۳۰

جدول ۶. نتایج همترازسازی درس ریاضی رشته تجربی آزمون سراسری سالهای ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ بر اساس طرح گروه‌های نامعادل (ادامه)

نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹							بدون هموارسازی	نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۸
همترازسازی هم‌صدک								
هموارسازی								
۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱		
۰.۱۱	۰.۱۱	۰.۱۲	۰.۱۳	۰.۱۴	۰.۱۵	۰.۱۵	-۰.۰۲	۰
۰.۸۲	۰.۸۳	۰.۸۶	۰.۹	۰.۹۳	۰.۹۴	۰.۹۴	۰.۹۳	۱
۱.۶۸	۱.۶۸	۱.۶۹	۱.۷	۱.۷۱	۱.۷۲	۱.۷۳	۱.۷۲	۲
۲.۵۸	۲.۵۷	۲.۵۵	۲.۵۲	۲.۵	۲.۵	۲.۵	۲.۴۷	۳
۳.۴۷	۳.۴۵	۳.۴۲	۳.۳۷	۳.۳۳	۳.۳۱	۳.۲۹	۳.۲۶	۴
۴.۳۶	۴.۳۴	۴.۳۱	۴.۲۵	۴.۲۱	۴.۱۹	۴.۱۵	۴.۱۳	۵
۵.۲۶	۵.۲۴	۵.۲۱	۵.۱۷	۵.۱۶	۵.۱۵	۵.۱۴	۵.۱۲	۶
۶.۱۵	۶.۱۴	۶.۱۲	۶.۱۱	۶.۱۴	۶.۱۷	۶.۲۳	۶.۲۵	۷
۷.۰۵	۷.۰۵	۷.۰۵	۷.۰۷	۷.۱۳	۷.۱۸	۷.۲۲	۷.۲	۸
۷.۹۴	۷.۹۵	۷.۹۷	۸.۰۲	۸.۱	۸.۱۴	۸.۱۵	۸.۱۶	۹
۸.۸۴	۸.۸۶	۸.۹	۸.۹۷	۹.۰۳	۹.۰۶	۹.۰۴	۹.۰۱	۱۰
۹.۷۳	۹.۷۷	۹.۸۳	۹.۹۲	۹.۹۵	۹.۹۶	۹.۹۸	۹.۹۵	۱۱
۱۰.۶۳	۱۰.۶۸	۱۰.۷۷	۱۰.۸۶	۱۰.۸۶	۱۰.۸۳	۱۰.۸۶	۱۰.۹۸	۱۲
۱۱.۵۲	۱۱.۵۹	۱۱.۷	۱۱.۸	۱۱.۷۵	۱۱.۶۸	۱۱.۵۹	۱۱.۴۳	۱۳

نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹								نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۸
همترازسازی هم صدک								
هموارسازی							بدون هموارسازی	
۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱		
۱۲.۵۶	۱۲.۶۳	۱۲.۷۵	۱۲.۸۶	۱۲.۸	۱۲.۷۳	۱۲.۶۳	۱۲.۵۲	۱۴
۱۳.۶۴	۱۳.۷۲	۱۳.۸۳	۱۳.۹۳	۱۳.۸۸	۱۳.۸۱	۱۳.۷۱	۱۳.۶۱	۱۵
۱۴.۷۳	۱۴.۸	۱۴.۹	۱۴.۹۹	۱۴.۹۵	۱۴.۸۸	۱۴.۷۹	۱۴.۷	۱۶
۱۵.۸۲	۱۵.۸۸	۱۵.۹۸	۱۶.۰۶	۱۶.۰۲	۱۵.۹۶	۱۵.۸۸	۱۵.۷۹	۱۷
۱۶.۹۱	۱۶.۹۶	۱۷.۰۵	۱۷.۱۳	۱۷.۰۹	۱۷.۰۴	۱۶.۹۶	۱۶.۸۸	۱۸
۱۷.۹۹	۱۸.۰۵	۱۸.۱۳	۱۸.۲	۱۸.۱۷	۱۸.۱۱	۱۸.۰۴	۱۷.۹۷	۱۹
۱۹.۰۸	۱۹.۱۳	۱۹.۲۱	۱۹.۲۷	۱۹.۲۴	۱۹.۱۹	۱۹.۱۳	۱۹.۰۶	۲۰
۲۰.۱۷	۲۰.۲۱	۲۰.۲۸	۲۰.۳۴	۲۰.۳۱	۲۰.۲۷	۲۰.۲۱	۲۰.۱۵	۲۱
۲۱.۲۶	۲۱.۳	۲۱.۳۶	۲۱.۴۱	۲۱.۳۸	۲۱.۳۵	۲۱.۲۹	۲۱.۲۴	۲۲
۲۲.۳۴	۲۲.۳۸	۲۲.۴۳	۲۲.۴۸	۲۲.۴۶	۲۲.۴۲	۲۲.۳۸	۲۲.۳۳	۲۳
۲۳.۴۳	۲۳.۴۶	۲۳.۵۱	۲۳.۵۵	۲۳.۵۳	۲۳.۵	۲۳.۴۶	۲۳.۴۲	۲۴
۲۴.۵۲	۲۴.۵۴	۲۴.۵۸	۲۴.۶۲	۲۴.۶	۲۴.۵۸	۲۴.۵۴	۲۴.۵۱	۲۵
۲۵.۶۱	۲۵.۶۳	۲۵.۶۶	۲۵.۶۹	۲۵.۶۷	۲۵.۶۵	۲۵.۶۳	۲۵.۶	۲۶
۲۶.۶۹	۲۶.۷۱	۲۶.۷۴	۲۶.۷۶	۲۶.۷۵	۲۶.۷۳	۲۶.۷۱	۲۶.۶۹	۲۷
۲۷.۷۸	۲۷.۷۹	۲۷.۸۱	۲۷.۸۳	۲۷.۸۲	۲۷.۸۱	۲۷.۷۹	۲۷.۷۸	۲۸
۲۸.۸۷	۲۸.۸۸	۲۸.۸۹	۲۸.۹	۲۸.۸۹	۲۸.۸۸	۲۸.۸۸	۲۸.۸۷	۲۹
۲۹.۹۶	۲۹.۹۶	۲۹.۹۶	۲۹.۹۷	۲۹.۹۶	۲۹.۹۶	۲۹.۹۶	۲۹.۹۶	۳۰

جدول ۶ نمره خام درس ریاضی کنکور سال ۱۳۸۸ و معادل همتراز شده آن در سال ۱۳۸۹ را نشان می‌دهد. در این جدول سعی شده است با استفاده از شیوه‌های مختلف همترازسازی میانگین، همترازسازی خطی و همچنین همترازسازی هم صدک با هموارسازی و بدون هموارسازی در نظریه کلاسیک نمرات درس ریاضی ۱۳۸۸ با درس ریاضی ۱۳۸۹ همتراز گردد.



نمودار ۳. نمرات ریاضی ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده ریاضی در سال ۱۳۸۹

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

جدول ۷. خطای استاندارد همترازسازی خطی تاکر، لوین و هم‌صدک در طرح گروه‌های نامعادل در درس ریاضی کنکور سراسری سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸	خطای استاندارد همترازسازی							خطی تاکر	خطی لوین	میانگین خطا	
	هم‌درصدی										
	با هموارسازی										
	۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱	بدون هموارسازی			
۰	۰,۱۰۶	۰,۱۱۰	۰,۱۱۹	۰,۱۳۴	۰,۱۴۵	۰,۱۴۷	۰,۱۴۶	۰,۰۰۰	۰,۱۶۸	۰,۰۷۶	۰
۱	-۰,۱۸۳	-۰,۱۷۱	-۰,۱۴۲	-۰,۰۹۹	-۰,۰۶۶	-۰,۰۵۹	-۰,۰۶۲	۰,۱۰۸	۰,۱۱۶	۰,۰۵۸	۱
۲	-۰,۳۱۸	-۰,۳۱۵	-۰,۳۰۸	-۰,۲۹۸	-۰,۲۹۰	-۰,۲۸۳	-۰,۲۷۲	۰,۰۸۸	۰,۰۸۱	۰,۰۵۲	۲
۳	-۰,۴۲۴	-۰,۴۳۳	-۰,۴۴۹	-۰,۴۷۵	-۰,۴۹۸	-۰,۵۰۴	-۰,۵۰۵	۰,۰۷۳	۰,۰۸۴	۰,۰۶۲	۳
۴	-۰,۵۳۱	-۰,۵۴۷	-۰,۵۸۰	-۰,۶۲۸	-۰,۶۷۱	-۰,۶۹۴	-۰,۷۱۴	۰,۱۱۹	۰,۱۲۴	۰,۰۸۱	۴
۵	-۰,۶۳۷	-۰,۶۵۶	-۰,۶۹۴	-۰,۷۴۶	-۰,۷۸۸	-۰,۸۱۵	-۰,۸۵۴	۰,۱۹۲	۰,۱۷۷	۰,۱۰۶	۵
۶	-۰,۷۴۲	-۰,۷۵۹	-۰,۷۹۲	-۰,۸۲۹	-۰,۸۴۱	-۰,۸۴۶	-۰,۸۵۹	۰,۲۵۰	۰,۲۳۵	۰,۱۳۲	۶
۷	-۰,۸۴۸	-۰,۸۵۸	-۰,۸۷۸	-۰,۸۸۷	-۰,۸۵۵	-۰,۸۲۵	-۰,۷۷۳	۰,۲۷۲	۰,۲۹۴	۰,۱۶۰	۷
۸	-۰,۹۵۳	-۰,۹۵۴	-۰,۹۵۴	-۰,۹۳۳	-۰,۸۶۹	-۰,۸۲۲	-۰,۷۷۶	۰,۳۰۶	۰,۳۵۴	۰,۱۸۸	۸
۹	-۱,۰۵۸	-۱,۰۴۷	-۱,۰۲۶	-۰,۹۷۹	-۰,۹۰۵	-۰,۸۶۱	-۰,۸۵۳	۰,۳۶۴	۰,۴۱۵	۰,۲۱۶	۹
۱۰	-۱,۱۶۳	-۱,۱۳۹	-۱,۰۹۶	-۱,۰۲۹	-۰,۹۶۶	-۰,۹۳۸	-۰,۹۵۷	۰,۳۰۴	۰,۴۷۶	۰,۲۴۵	۱۰
۱۱	-۱,۲۶۸	-۱,۲۳۱	-۱,۱۶۵	-۱,۰۸۳	-۱,۰۴۷	-۱,۰۴۰	-۱,۰۲۴	۰,۳۳۶	۰,۵۳۷	۰,۲۷۳	۱۱
۱۲	-۱,۳۷۴	-۱,۳۲۳	-۱,۲۳۵	-۱,۱۴۲	-۱,۱۴۴	-۱,۱۶۸	-۱,۱۳۵	۰,۳۹۹	۰,۵۹۹	۰,۳۰۲	۱۲
۱۳	-۱,۴۷۹	-۱,۴۱۴	-۱,۳۰۵	-۱,۲۰۳	-۱,۲۵۱	-۱,۳۱۹	-۱,۴۰۶	۰,۴۲۵	۰,۶۶۰	۰,۳۳۱	۱۳
۱۴	-۱,۴۴۵	-۱,۳۶۷	-۱,۲۴۹	-۱,۱۴۴	-۱,۱۹۶	-۱,۲۷۰	-۱,۳۷۱	۰,۰۰۰	۰,۷۲۲	۰,۳۶۰	۱۴
۱۵	-۱,۳۵۷	-۱,۲۸۴	-۱,۱۷۳	-۱,۰۷۴	-۱,۱۲۴	-۱,۱۹۳	-۱,۲۸۸	۰,۰۰۰	۰,۷۸۳	۰,۳۹۰	۱۵
۱۶	-۱,۲۷۰	-۱,۲۰۲	-۱,۰۹۷	-۱,۰۰۵	-۱,۰۵۱	-۱,۱۱۶	-۱,۲۰۵	۰,۰۰۰	۰,۸۴۵	۰,۴۱۹	۱۶
۱۷	-۱,۱۸۲	-۱,۱۱۹	-۱,۰۲۲	-۰,۹۳۶	-۰,۹۷۹	-۱,۰۳۹	-۱,۱۲۲	۰,۰۰۰	۰,۹۰۷	۰,۴۴۸	۱۷
۱۸	-۱,۰۹۵	-۱,۰۳۶	-۰,۹۴۶	-۰,۸۶۶	-۰,۹۰۶	-۰,۹۶۲	-۱,۰۳۹	۰,۰۰۰	۰,۹۶۸	۰,۴۷۷	۱۸
۱۹	-۱,۰۰۷	-۰,۹۵۳	-۰,۸۷۰	-۰,۷۹۷	-۰,۸۳۴	-۰,۸۸۵	-۰,۹۵۶	۰,۰۰۰	۱,۰۳۰	۰,۵۰۶	۱۹
۲۰	-۰,۹۱۹	-۰,۸۷۰	-۰,۷۹۵	-۰,۷۲۸	-۰,۷۶۱	-۰,۸۰۸	-۰,۸۷۳	۰,۰۰۰	۱,۰۹۲	۰,۵۳۶	۲۰
۲۱	-۰,۸۳۲	-۰,۷۸۷	-۰,۷۱۹	-۰,۶۵۸	-۰,۶۸۹	-۰,۷۳۱	-۰,۷۸۹	۰,۰۰۰	۱,۱۵۴	۰,۵۶۵	۲۱
۲۲	-۰,۷۴۴	-۰,۷۰۴	-۰,۶۴۳	-۰,۵۸۹	-۰,۶۱۶	-۰,۶۵۴	-۰,۷۰۶	۰,۰۰۰	۱,۲۱۶	۰,۵۹۴	۲۲
۲۳	-۰,۶۵۷	-۰,۶۲۲	-۰,۵۶۸	-۰,۵۲۰	-۰,۵۴۴	-۰,۵۷۷	-۰,۶۲۳	۰,۰۰۰	۱,۲۷۷	۰,۶۲۳	۲۳
۲۴	-۰,۵۶۹	-۰,۵۳۹	-۰,۴۹۲	-۰,۴۵۱	-۰,۴۷۱	-۰,۵۰۰	-۰,۵۴۰	۰,۰۰۰	۱,۳۳۹	۰,۶۵۳	۲۴
۲۵	-۰,۴۸۲	-۰,۴۵۶	-۰,۴۱۶	-۰,۳۸۱	-۰,۳۹۹	-۰,۴۲۳	-۰,۴۵۷	۰,۰۰۰	۱,۴۰۱	۰,۶۸۲	۲۵
۲۶	-۰,۳۹۴	-۰,۳۷۳	-۰,۳۴۱	-۰,۳۱۲	-۰,۳۲۶	-۰,۳۴۶	-۰,۳۷۴	۰,۰۰۰	۱,۴۶۳	۰,۷۱۱	۲۶
۲۷	-۰,۳۰۶	-۰,۲۹۰	-۰,۲۶۵	-۰,۲۴۳	-۰,۲۵۴	-۰,۲۶۹	-۰,۲۹۱	۰,۰۰۰	۱,۵۲۵	۰,۷۴۱	۲۷
۲۸	-۰,۲۱۹	-۰,۲۰۷	-۰,۱۸۹	-۰,۱۷۳	-۰,۱۸۱	-۰,۱۹۲	-۰,۲۰۸	۰,۰۰۰	۱,۵۸۷	۰,۷۷۰	۲۸
۲۹	-۰,۱۳۱	-۰,۱۲۴	-۰,۱۱۴	-۰,۱۰۴	-۰,۱۰۹	-۰,۱۱۵	-۰,۱۲۵	۰,۰۰۰	۱,۶۴۹	۰,۷۹۹	۲۹
۳۰	-۰,۰۴۴	-۰,۰۴۱	-۰,۰۳۸	-۰,۰۳۵	-۰,۰۳۶	-۰,۰۳۸	-۰,۰۴۲	۰,۰۰۰	۱,۷۱۰	۰,۸۲۹	۳۰
	-۰,۷۶	-۰,۷۳	-۰,۶۹	-۰,۶۵	-۰,۶۶	-۰,۶۸	-۰,۷۱	۰,۲۵	۰,۸۱	۰,۴۰	

در جدول ۷ خطای استاندارد همترازسازی خطی تاکر، لوین و هم‌صدک در طرح گروه‌های نامعادل در درس ریاضی کنکور سراسری سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ نشان داده شده است. خطای استاندارد یکی از شاخص‌های ارزیابی شیوه همترازسازی می‌باشد. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود میانگین خطای استاندارد برای روش همترازسازی هم‌صدک بدون هموارسازی ۰,۲۵ و همترازسازی خطی تاکر ۰,۴۰ به نسبت بقیه روش‌های همترازسازی پایین‌تر است.

جدول ۸. نتایج همترازسازی درس فیزیک رشته علوم تجربی سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

بر اساس طرح گروه‌های نامعادل

نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۹						نمره در
خطی			میانگین			آزمون فیزیک
لوین	تاکر	براون - هلند	لوین	تاکر	براون - هلند	سال ۱۳۸۸
۰.۱	-۰.۴۷	-۱.۲	-۲	-۱.۲۴	براون - هلند	۰
۰.۵۱	۰.۳۳	-۰.۲	-۱	-۰.۲۴	براون - هلند	۱
۱.۲۷	۱.۰۴	۰.۸	۰	۰.۷۶	براون - هلند	۲
۲.۰۳	۱.۵۱	۱.۹۵	۱	۱.۷۶	براون - هلند	۳
۲.۷۹	۱.۹۸	۲.۷۵	۲	۲.۷۶	براون - هلند	۴
۳.۵۵	۲.۴۵	۳.۵۶	۳	۳.۷۶	براون - هلند	۵
۴.۳۱	۲.۹۲	۴.۳۶	۴	۴.۷۶	براون - هلند	۶
۵.۰۷	۳.۳۹	۵.۱۷	۵	۵.۷۶	براون - هلند	۷
۵.۸۳	۳.۸۶	۵.۹۷	۶	۶.۷۶	براون - هلند	۸
۶.۵۹	۴.۳۳	۶.۷۸	۷	۷.۷۶	براون - هلند	۹
۷.۳۵	۴.۸	۷.۵۸	۸	۸.۷۶	براون - هلند	۱۰
۸.۱۱	۵.۲۷	۸.۳۹	۹	۹.۷۶	براون - هلند	۱۱
۸.۸۷	۵.۷۴	۹.۱۹	۱۰	۱۰.۷۶	براون - هلند	۱۲
۹.۶۳	۶.۲۱	۱۰	۱۱	۱۱.۷۶	براون - هلند	۱۳
۱۰.۳۹	۶.۶۸	۱۰.۸	۱۲	۱۲.۷۶	براون - هلند	۱۴
۱۱.۱۵	۷.۱۵	۱۱.۶۱	۱۳	۱۳.۷۶	براون - هلند	۱۵
۱۱.۹۱	۷.۶۲	۱۲.۴۲	۱۴	۱۴.۷۶	براون - هلند	۱۶
۱۲.۶۶	۸.۰۹	۱۳.۲۲	۱۵	۱۵.۷۶	براون - هلند	۱۷

نمره در						آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸
نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۹						
خطی			میانگین			
براون - هلند	لوین	تاکر	براون - هلند	لوین	تاکر	
۱۳.۴۲	۸.۵۶	۱۴.۰۳	۱۶.۸	۱۶	۱۶.۷۶	۱۸
۱۴.۱۸	۹.۰۳	۱۴.۸۳	۱۷.۸	۱۷	۱۷.۷۶	۱۹
۱۴.۹۴	۹.۵	۱۵.۶۴	۱۸.۸	۱۸	۱۸.۷۶	۲۰
۱۵.۷	۹.۹۷	۱۶.۴۴	۱۹.۸	۱۹	۱۹.۷۶	۲۱
۱۶.۴۶	۱۰.۴۴	۱۷.۲۵	۲۰.۸	۲۰	۲۰.۷۶	۲۲
۱۷.۲۲	۱۰.۹۱	۱۸.۰۵	۲۱.۸	۲۱	۲۱.۷۶	۲۳
۱۷.۹۸	۱۱.۳۸	۱۸.۸۶	۲۲.۸	۲۲	۲۲.۷۶	۲۴
۱۸.۷۴	۱۱.۸۵	۱۹.۶۶	۲۳.۸	۲۳	۲۳.۷۶	۲۵
۱۹.۵	۱۲.۳۲	۲۰.۴۷	۲۴.۸	۲۴	۲۴.۷۶	۲۶
۲۰.۲۶	۱۲.۷۹	۲۱.۲۸	۲۵.۸	۲۵	۲۵.۷۶	۲۷
۲۱.۰۲	۱۳.۲۶	۲۲.۰۸	۲۶.۸	۲۶	۲۶.۷۶	۲۸
۲۱.۷۸	۱۳.۷۳	۲۲.۸۹	۲۷.۸	۲۷	۲۷.۷۶	۲۹
۲۲.۵۴	۱۴.۲	۲۳.۶۹	۲۸.۸	۲۸	۲۸.۷۶	۳۰

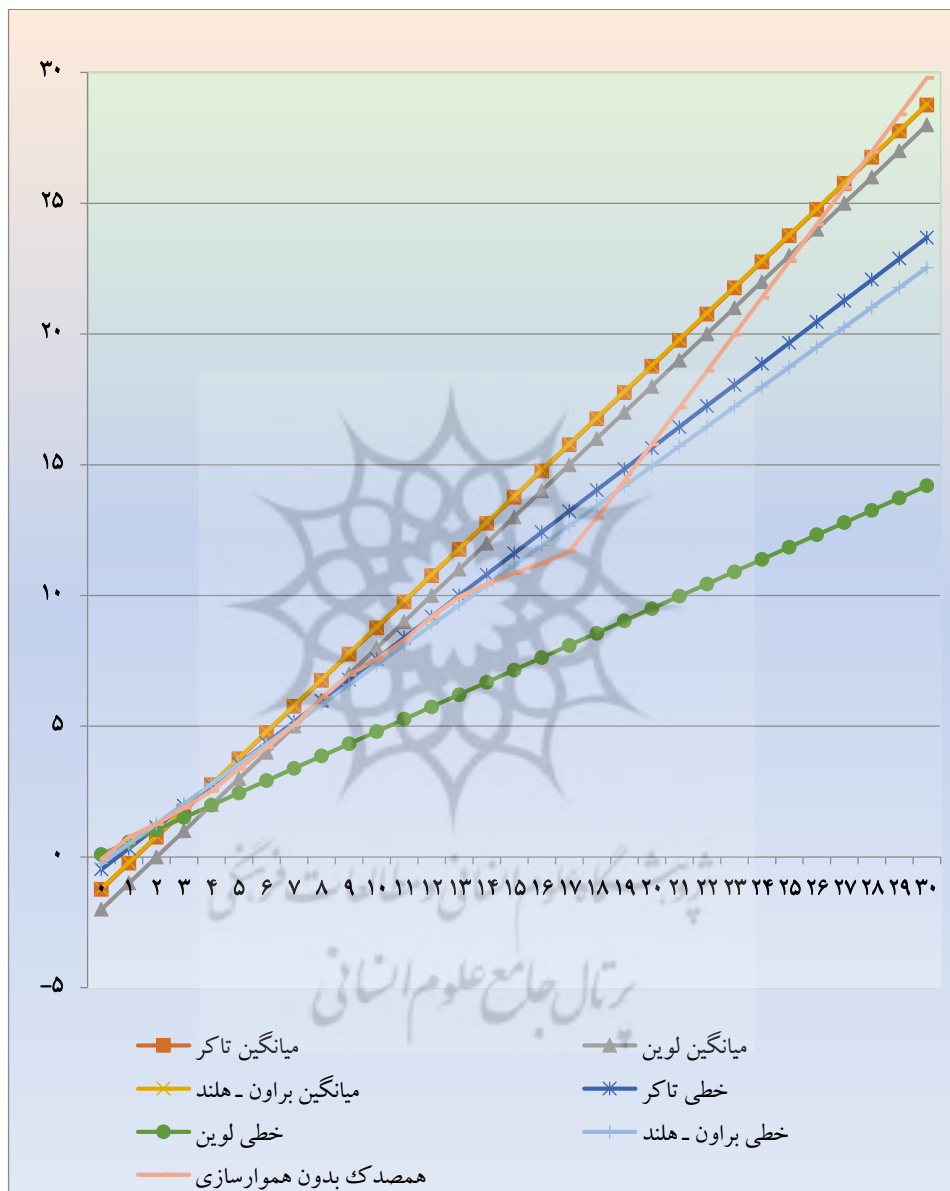
جدول ۹. نتایج همترازسازی درس فیزیک رشته علوم تجربی سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹
بر اساس طرح گروه‌های نامعادل (ادامه)

نمره در آزمون فیزیک								سال ۱۳۸۸
نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۹								
همترازسازی هم صدک							بدون هموارسازی	
هموارسازی								
۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱		
۰.۰۶	۰.۰۶	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۸	۰.۰۹	۰.۰۹	-۰.۰۸	۰
۰.۶۷	۰.۶۹	۰.۷	۰.۷۳	۰.۷۵	۰.۷۶	۰.۷۶	۰.۷۶	۱
۱.۲۸	۱.۲۸	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۹	۱.۲۶	۲
۱.۹۷	۱.۹۶	۱.۹۴	۱.۹۲	۱.۹	۱.۸۹	۱.۸۹	۱.۸۸	۳
۲.۶۹	۲.۶۷	۲.۶۵	۲.۶۲	۲.۵۹	۲.۵۹	۲.۵۹	۲.۵۳	۴
۳.۴۵	۳.۴۳	۳.۴۱	۳.۳۹	۳.۳۸	۳.۳۹	۳.۳۹	۳.۳۷	۵
۴.۲۳	۴.۲۳	۴.۲۲	۴.۲۲	۴.۲۳	۴.۲۲	۴.۲۲	۴.۲	۶
۵.۰۳	۵.۰۴	۵.۰۶	۵.۰۹	۵.۱۲	۵.۱	۵.۰۷	۵.۰۵	۷
۵.۸۴	۵.۸۷	۵.۹	۵.۹۷	۶.۰۴	۶.۰۶	۶.۰۸	۶.۰۹	۸

نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۹								نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸
همترازسازی هم صدک								
هموارسازی						بدون هموارسازی		
۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱		
۶.۶۴	۶.۶۸	۶.۷۳	۶.۸۱	۶.۸۹	۶.۹۲	۶.۹۶	۶.۹۸	۹
۷.۴۳	۷.۴۷	۷.۵۲	۷.۶	۷.۶۵	۷.۶۵	۷.۶۲	۷.۵۷	۱۰
۸.۲	۸.۲۴	۸.۲۹	۸.۳۵	۸.۳۸	۸.۳۷	۸.۳۵	۸.۳	۱۱
۸.۹۵	۸.۹۸	۹.۰۲	۹.۰۶	۹.۱	۹.۱۲	۹.۱۶	۹.۱۹	۱۲
۹.۶۹	۹.۷۱	۹.۷۲	۹.۷۳	۹.۷۷	۹.۸	۹.۸۷	۹.۹۵	۱۳
۱۰.۴۱	۱۰.۴۱	۱۰.۴	۱۰.۳۸	۱۰.۳۶	۱۰.۳۸	۱۰.۴۱	۱۰.۴۳	۱۴
۱۱.۱۲	۱۱.۱۱	۱۱.۰۷	۱۱.۰۱	۱۰.۹۲	۱۰.۸۹	۱۰.۸۶	۱۰.۸۶	۱۵
۱۱.۸۳	۱۱.۷۹	۱۱.۷۳	۱۱.۶۳	۱۱.۴۹	۱۱.۴۲	۱۱.۳۳	۱۱.۲۲	۱۶
۱۲.۵۴	۱۲.۴۸	۱۲.۳۹	۱۲.۲۵	۱۲.۱۱	۱۲.۰۵	۱۱.۹۳	۱۱.۷	۱۷
۱۳.۴۴	۱۳.۳۴	۱۳.۱۷	۱۲.۹۱	۱۲.۷۹	۱۲.۸۱	۱۲.۸۸	۱۲.۹۷	۱۸
۱۴.۸۱	۱۴.۷۱	۱۴.۵۶	۱۴.۳۱	۱۴.۱۲	۱۴.۱۲	۱۴.۲۵	۱۴.۳۸	۱۹
۱۶.۱۷	۱۶.۰۸	۱۵.۹۵	۱۵.۷۲	۱۵.۵۴	۱۵.۵۵	۱۵.۶۷	۱۵.۷۸	۲۰
۱۷.۵۴	۱۷.۴۶	۱۷.۳۳	۱۷.۱۳	۱۶.۹۷	۱۶.۹۷	۱۷.۰۸	۱۷.۱۸	۲۱
۱۸.۹	۱۸.۸۳	۱۸.۷۲	۱۸.۵۴	۱۸.۳۹	۱۸.۴	۱۸.۴۹	۱۸.۵۸	۲۲
۲۰.۲۷	۲۰.۲	۲۰.۱	۱۹.۹۴	۱۹.۸۲	۱۹.۸۲	۱۹.۹۱	۱۹.۹۸	۲۳
۲۱.۶۳	۲۱.۵۸	۲۱.۴۹	۲۱.۳۵	۲۱.۲۴	۲۱.۲۴	۲۱.۳۲	۲۱.۳۹	۲۴
۲۲.۹۹	۲۲.۹۵	۲۲.۸۸	۲۲.۷۶	۲۲.۶۷	۲۲.۶۷	۲۲.۷۳	۲۲.۷۹	۲۵
۲۴.۳۶	۲۴.۳۲	۲۴.۲۶	۲۴.۱۷	۲۴.۰۹	۲۴.۰۹	۲۴.۱۴	۲۴.۱۹	۲۶
۲۵.۷۲	۲۵.۶۹	۲۵.۶۵	۲۵.۵۷	۲۵.۵۱	۲۵.۵۲	۲۵.۵۶	۲۵.۵۹	۲۷
۲۷.۰۹	۲۷.۰۷	۲۷.۰۳	۲۶.۹۸	۲۶.۹۴	۲۶.۹۴	۲۶.۹۷	۲۶.۹۹	۲۸
۲۸.۴۵	۲۸.۴۴	۲۸.۴۲	۲۸.۳۹	۲۸.۳۶	۲۸.۳۶	۲۸.۳۸	۲۸.۴	۲۹
۲۹.۸۲	۲۹.۸۱	۲۹.۸۱	۲۹.۸	۲۹.۷۹	۲۹.۷۹	۲۹.۷۹	۲۹.۸	۳۰

جدول ۹ نمره خام درس فیزیک کنکور سال ۱۳۸۸ و معادل همتراز شده آن در سال ۱۳۸۹ را نشان می دهد. در این جدول سعی شده است با استفاده از شیوه های مختلف همترازسازی میانگین، همترازسازی خطی و همچنین همترازسازی هم صدک با هموارسازی

و بدون هموارسازی در نظریه کلاسیک نمرات درس فیزیک ۱۳۸۸ با درس فیزیک ۱۳۸۹
همتراز گردد.



نمودار ۴. نمرات فیزیک ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده فیزیک در سال ۱۳۸۹

جدول ۱۰. خطای استاندارد همترازسازی خطی تاکر، لوین و هم صدک در طرح گروه های نامعادل در درس فیزیک رشته علوم تجربی کنکور سراسری

نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸	خطای استاندارد همترازسازی		هم صدک							
	خطی تاکر	خطی لوین	با هموارسازی							
			۱,۰۰	۰,۷۵	۰,۵	۰,۲۵	۰,۱۰	۰,۰۵	۰,۰۱	
۰	۰,۰۹۴	۰,۳۷۲	۰,۰۰۰	۰,۰۸۷	۰,۰۸۶	۰,۰۸۵	۰,۰۷۷	۰,۰۶۸	۰,۰۶۲	۰,۰۵۸
۱	۰,۰۷۳	۰,۲۷۱	۰,۰۶۷	-۰,۲۴۰	-۰,۲۴۲	-۰,۲۴۶	-۰,۲۶۹	-۰,۲۹۶	-۰,۳۱۳	-۰,۳۲۷
۲	۰,۰۵۸	۰,۱۷۵	۰,۰۶۶	-۰,۷۱۰	-۰,۷۰۸	-۰,۷۰۷	-۰,۷۰۷	-۰,۷۱۲	-۰,۷۱۸	-۰,۷۲۳
۳	۰,۰۵۴	۰,۰۹۹	۰,۰۶۱	-۱,۱۰۶	-۱,۱۰۶	-۱,۱۰۹	-۱,۰۸۰	-۱,۰۵۷	-۱,۰۴۳	-۱,۰۳۱
۴	۰,۰۶۳	۰,۱۰۴	۰,۰۶۲	-۱,۴۱۴	-۱,۴۱۲	-۱,۴۰۸	-۱,۳۸۰	-۱,۳۴۹	-۱,۳۲۷	-۱,۳۰۸
۵	۰,۰۸۱	۰,۱۸۳	۰,۱۰۳	-۱,۶۰۶	-۱,۶۱۴	-۱,۶۲۱	-۱,۶۰۹	-۱,۵۸۶	-۱,۵۶۸	-۱,۵۵۱
۶	۰,۱۰۳	۰,۲۸۰	۰,۱۷۷	-۱,۷۸۱	-۱,۷۷۸	-۱,۷۷۴	-۱,۷۷۷	-۱,۷۷۷	-۱,۷۷۳	-۱,۷۶۷
۷	۰,۱۲۸	۰,۳۸۰	۰,۲۲۰	-۱,۹۲۹	-۱,۹۰۰	-۱,۸۸۲	-۱,۹۰۸	-۱,۹۴۰	-۱,۹۵۶	-۱,۹۶۶
۸	۰,۱۵۳	۰,۴۸۲	۰,۲۳۱	-۱,۹۲۰	-۱,۹۳۹	-۱,۹۶۱	-۲,۰۳۲	-۲,۰۹۵	-۲,۱۳۲	-۲,۱۵۸
۹	۰,۱۷۹	۰,۵۸۶	۰,۱۹۱	-۲,۰۴۱	-۲,۰۷۶	-۲,۱۰۸	-۲,۱۹۱	-۲,۲۷۰	-۲,۳۱۹	-۲,۳۵۷
۱۰	۰,۲۰۶	۰,۶۸۹	۰,۱۷۸	-۲,۳۸۱	-۲,۳۵۵	-۲,۳۵۲	-۲,۴۰۰	-۲,۴۷۶	-۲,۵۲۸	-۲,۵۷۱
۱۱	۰,۲۳۲	۰,۷۹۳	۰,۲۵۱	-۲,۶۵۱	-۲,۶۲۶	-۲,۶۱۹	-۲,۶۵۱	-۲,۷۱۴	-۲,۷۶۱	-۲,۸۰۲
۱۲	۰,۲۵۹	۰,۸۹۷	۰,۳۷۸	-۲,۸۴۲	-۲,۸۱۷	-۲,۸۹۸	-۲,۹۳۹	-۲,۹۸۲	-۳,۰۱۶	-۳,۰۴۹
۱۳	۰,۲۸۶	۱,۰۰۱	۰,۳۹۸	-۳,۱۲۷	-۳,۱۹۸	-۳,۲۳۳	-۳,۲۶۶	-۳,۲۷۹	-۳,۲۹۴	-۳,۳۱۴
۱۴	۰,۳۱۳	۱,۱۰۵	۰,۴۰۸	-۳,۵۹۰	-۳,۶۲۲	-۳,۶۳۵	-۳,۶۲۰	-۳,۵۹۷	-۳,۵۸۹	-۳,۵۹۱
۱۵	۰,۳۴۱	۱,۲۰۹	۰,۳۹۱	-۴,۱۳۸	-۴,۱۱۲	-۴,۰۷۸	-۳,۹۹۲	-۳,۹۲۹	-۳,۸۹۴	-۳,۸۷۶
۱۶	۰,۳۶۸	۱,۳۱۳	۰,۳۶۰	-۴,۶۷۱	-۴,۵۸۱	-۴,۵۱۲	-۴,۳۷۳	-۴,۲۷۰	-۴,۲۰۷	-۴,۱۶۷
۱۷	۰,۳۹۵	۱,۴۱۸	۰,۴۴۸	-۵,۰۷۳	-۴,۹۴۹	-۴,۸۸۹	-۴,۷۵۱	-۴,۶۱۳	-۴,۵۲۲	-۴,۴۶۱
۱۸	۰,۴۲۲	۱,۵۲۲	۰,۴۱۲	-۵,۱۱۵	-۵,۱۹۱	-۵,۲۰۷	-۵,۰۹۵	-۴,۸۲۷	-۴,۶۶۲	-۴,۵۵۸
۱۹	۰,۴۵۰	۱,۶۲۶	۰,۰۰۰	-۴,۷۴۶	-۴,۸۷۷	-۴,۸۸۱	-۴,۶۸۷	-۴,۴۴۱	-۴,۲۸۹	-۴,۱۹۳
۲۰	۰,۴۷۷	۱,۷۳۰	۰,۰۰۰	-۴,۳۳۳	-۴,۴۵۲	-۴,۴۵۶	-۴,۲۷۹	-۴,۰۵۵	-۳,۹۱۶	-۳,۸۲۸
۲۱	۰,۵۰۴	۱,۸۳۵	۰,۰۰۰	-۳,۹۲۰	-۴,۰۲۸	-۴,۰۳۲	-۳,۸۷۲	-۳,۶۶۹	-۳,۵۴۳	-۳,۴۶۴
۲۲	۰,۵۳۲	۱,۹۳۹	۰,۰۰۰	-۳,۵۰۸	-۳,۶۰۴	-۳,۶۰۷	-۳,۴۶۴	-۳,۲۸۲	-۳,۱۷۰	-۳,۰۹۹
۲۳	۰,۵۵۹	۲,۰۴۴	۰,۰۰۰	-۳,۰۹۵	-۳,۱۸۰	-۳,۱۸۳	-۳,۰۵۷	-۲,۸۹۶	-۲,۷۹۷	-۲,۷۳۵
۲۴	۰,۵۸۷	۲,۱۴۸	۰,۰۰۰	-۲,۶۸۲	-۲,۷۵۶	-۲,۷۵۹	-۲,۶۴۹	-۲,۵۱۰	-۲,۴۲۴	-۲,۳۷۰
۲۵	۰,۶۱۴	۲,۲۵۲	۰,۰۰۰	-۲,۲۷۰	-۲,۳۳۲	-۲,۳۳۴	-۲,۲۴۲	-۲,۱۲۴	-۲,۰۵۱	-۲,۰۰۵
۲۶	۰,۶۴۲	۲,۳۵۷	۰,۰۰۰	-۱,۸۵۷	-۱,۹۰۸	-۱,۹۱۰	-۱,۸۳۴	-۱,۷۳۸	-۱,۶۷۸	-۱,۶۴۱
۲۷	۰,۶۶۹	۲,۴۶۱	۰,۰۰۰	-۱,۴۴۴	-۱,۴۸۴	-۱,۴۸۵	-۱,۴۲۶	-۱,۳۵۲	-۱,۳۰۵	-۱,۲۷۶
۲۸	۰,۶۹۷	۲,۵۶۶	۰,۰۰۰	-۱,۰۳۲	-۱,۰۶۰	-۱,۰۶۱	-۱,۰۱۹	-۰,۹۶۵	-۰,۹۳۲	-۰,۹۱۲
۲۹	۰,۷۲۴	۲,۶۷۰	۰,۰۰۰	-۰,۶۱۹	-۰,۶۳۶	-۰,۶۳۷	-۰,۶۱۱	-۰,۵۷۹	-۰,۵۵۹	-۰,۵۴۷
۳۰	۰,۷۵۲	۲,۷۷۴	۰,۰۰۰	-۰,۲۰۶	-۰,۲۱۲	-۰,۲۱۲	-۰,۲۰۴	-۰,۱۹۳	-۰,۱۸۶	-۰,۱۸۲
میانگین خطا	۰,۳۶	۱,۲۷	۰,۱۸	-۲,۴۵	-۲,۴۸	-۲,۴۷	-۲,۴۳	-۲,۳۷	-۲,۳۴	-۲,۳۲

در جدول ۱۰ خطای استاندارد همترازسازی خطی تاکر، لوین و هم صدک در طرح گروه-های نامعادل در درس فیزیک کنکور سراسری سال‌های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ نشان داده شده است. همانطور که در جدول مشاهده می‌شود میانگین خطای استاندارد برای روش همترازسازی هم صدک بدون هموارسازی برابر ۰,۱۸ و همترازسازی خطی تاکر برابر ۰,۳۶ می‌باشد که به نسبت بقیه روش‌های همترازسازی از خطای استاندارد پایین تری برخوردارند.

همترازسازی بر اساس نظریه جدید اندازه‌گیری. در این پژوهش همترازسازی در نظریه جدید اندازه‌گیری بر اساس نمره مشاهده شده و نمره واقعی با استفاده از نرم افزار PIE صورت گرفت برای انجام همترازسازی بر اساس نمره مشاهده شده به برآورد توزیع θ احتیاج است. این توزیع پسینی^۱ از θ با استفاده از نرم افزار BILOG برآورد می‌گردد، BILOG با توزیع پسینی θ به عنوان توزیع مجزایی از تعداد محدودی از نقاط (۱۰ نقطه) برخورد می‌کند و برای هر نقطه، وزن آن نقطه را به دست می‌دهد. برای فرم X توزیع پسینی θ نیازمند تبدیل مقیاس توانایی گروهی است که به فرم Y پاسخ داده‌اند به این دلیل که توزیع مجزا است تبدیل می‌تواند از طریق معادله $\theta_{ji} = A\theta_{Ii} + B$ به صورت خطی انجام گیرد. مقادیر A و B که با شیوه میانگین / سیگما برآورد شده‌اند با استفاده از نرم افزار ST برآورد می‌گردد

و

θ_j توانایی روی فرم J

θ_I توانایی روی فرم I می‌باشد.

$\hat{\varphi}_1\theta_I$ و $\hat{\varphi}_1\theta_J$ وزن ۱۰ نقطه توانایی بر روی فرم I و J می‌باشد که سپس در نرم افزار

PIE مورد استفاده قرار می‌گیرد.

جدول ۱۱. توزیع تخمین زده شده توسط نرم افزار BILOG در درس ریاضی آزمون سراسری سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

آزمون ریاضی ۱۳۸۸		مقیاس توانایی برگردانده شده آزمون ریاضی ۱۳۸۹ به آزمون ریاضی ۱۳۸۸		آزمون ریاضی ۱۳۸۹	
$\widehat{\Phi}_1\theta_j$	θ_j	$\widehat{\Phi}_1\theta_i$	θ_i	$\widehat{\Phi}_1\theta_i$	θ_i
۰.۰۰۰۱۲۱	-۴.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۱۲۴	-۳.۰۸۱۳	۰.۰۰۰۱۲۴	-۴.۰۰۰۰
۰.۰۰۲۸۵۹	-۳.۱۱۱۰	۰.۰۰۲۹۱۰	-۲.۲۸۰۲	۰.۰۰۲۹۱۰	-۳.۱۱۱۰
۰.۰۳۰۵۴۰	-۲.۲۲۲۰	۰.۰۳۱۰۲۰	-۱.۴۷۹۱	۰.۰۳۱۰۲۰	-۲.۲۲۲۰
۰.۱۴۷۶۰۰	-۱.۳۳۳۰	۰.۱۴۹۰۰۰	-۰.۶۷۸۱	۰.۱۴۹۰۰۰	-۱.۳۳۳۰
۰.۳۲۱۰۰۰	-۰.۴۴۴۴	۰.۳۱۸۷۰۰	۰.۱۲۲۶	۰.۳۱۸۷۰۰	-۰.۴۴۴۴
۰.۳۱۱۷۰۰	۰.۴۴۴۴	۰.۳۰۴۰۰۰	۰.۹۲۳۵	۰.۳۰۴۰۰۰	۰.۴۴۴۴
۰.۱۵۱۴۰۰	۱.۳۳۳۰	۰.۱۶۹۹۰۰	۱.۷۲۴۲	۰.۱۶۹۹۰۰	۱.۳۳۳۰
۰.۰۳۴۶۸۰	۲.۲۲۲۰	۰.۰۲۳۸۵۰	۲.۵۲۵۳	۰.۰۲۳۸۵۰	۲.۲۲۲۰
۰.۰۰۰۰۴۳	۳.۱۱۱۰	۰.۰۰۰۰۱۶	۳.۳۲۶۳	۰.۰۰۰۰۱۶	۳.۱۱۱۰
۰.۰۰۰۰۰۰	۴.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۴۲۸	۴.۱۲۷۴	۰.۰۰۰۴۲۸	۴.۰۰۰۰

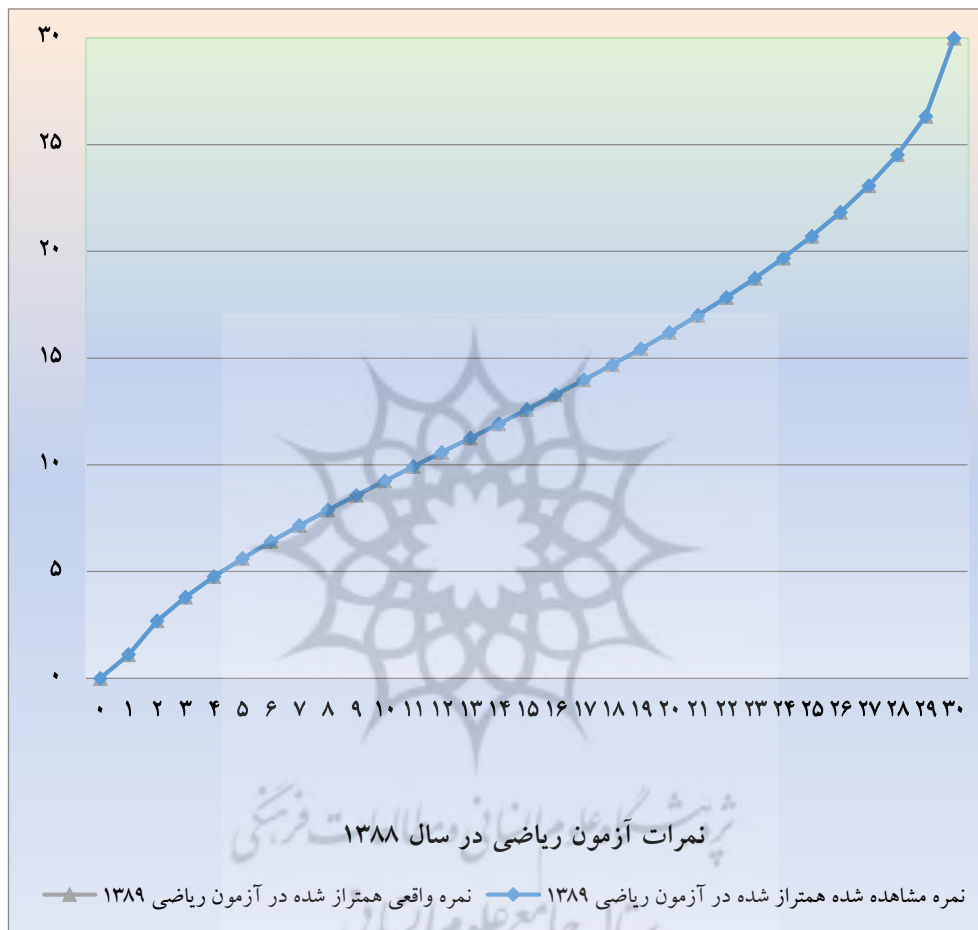
جدول ۱۲. توزیع تخمین زده شده توسط نرم افزار BILOG در درس فیزیک آزمون سراسری سال های ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹

آزمون فیزیک ۱۳۸۸		مقیاس توانایی برگردانده شده آزمون فیزیک ۱۳۸۹ به آزمون فیزیک ۱۳۸۸		آزمون فیزیک ۱۳۸۹	
$\widehat{\Phi}_1\theta_j$	θ_j	$\widehat{\Phi}_1\theta_i$	θ_i	$\widehat{\Phi}_1\theta_i$	θ_i
۰.۰۰۰۱۲۱	-۴.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۱۲۴	-۳.۰۸۱۳	۰.۰۰۰۱۲۴	-۴.۰۰۰۰
۰.۰۰۲۸۵۹	-۳.۱۱۱۰	۰.۰۰۲۹۱۰	-۲.۲۸۰۲	۰.۰۰۲۹۱۰	-۳.۱۱۱۰
۰.۰۳۰۵۴۰	-۲.۲۲۲۰	۰.۰۳۱۰۲۰	-۱.۴۷۹۱	۰.۰۳۱۰۲۰	-۲.۲۲۲۰
۰.۱۴۷۶۰۰	-۱.۳۳۳۰	۰.۱۴۹۰۰۰	-۰.۶۷۸۱	۰.۱۴۹۰۰۰	-۱.۳۳۳۰
۰.۳۲۱۰۰۰	-۰.۴۴۴۴	۰.۳۱۸۷۰۰	۰.۱۲۲۶	۰.۳۱۸۷۰۰	-۰.۴۴۴۴
۰.۳۱۱۷۰۰	۰.۴۴۴۴	۰.۳۰۴۰۰۰	۰.۹۲۳۵	۰.۳۰۴۰۰۰	۰.۴۴۴۴
۰.۱۵۱۴۰۰	۱.۳۳۳۰	۰.۱۶۹۹۰۰	۱.۷۲۴۲	۰.۱۶۹۹۰۰	۱.۳۳۳۰
۰.۰۳۴۶۸۰	۲.۲۲۲۰	۰.۰۲۳۸۵۰	۲.۵۲۵۳	۰.۰۲۳۸۵۰	۲.۲۲۲۰
۰.۰۰۰۰۴۳	۳.۱۱۱۰	۰.۰۰۰۰۱۶	۳.۳۲۶۳	۰.۰۰۰۰۱۶	۳.۱۱۱۰
۰.۰۰۰۰۰۰	۴.۰۰۰۰	۰.۰۰۰۴۲۸	۴.۱۲۷۴	۰.۰۰۰۴۲۸	۴.۰۰۰۰

جدول ۱۳. نمرات درس ریاضی رشته علوم تجربی آزمون سراسری سال ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده درس ریاضی رشته علوم تجربی آزمون سراسری سال ۱۳۸۹ بر اساس نمره واقعی همتراز شده و نمره مشاهده شده

نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۸		نمره در آزمون ریاضی سال ۱۳۸۹	
۰	...	نمره واقعی همتراز شده	نمره مشاهده شده همتراز شده
۰	...	۰	۰
۱	-۰.۳۰	۱.۱۰	۱.۱۰
۲	-۰.۷۹	۲.۶۹	۲.۶۹
۳	۱.۱۸	۳.۸۱	۳.۸۱
۴	۱.۴۴	۴.۷۷	۴.۷۷
۵	۱.۶۲	۵.۶۲	۵.۶۲
۶	۱.۷۷	۶.۴۱	۶.۴۱
۷	۱.۹۰	۷.۱۶	۷.۱۶
۸	۲.۰۲	۷.۸۸	۷.۸۸
۹	۲.۱۲	۸.۵۷	۸.۵۷
۱۰	۲.۲۲	۹.۲۵	۹.۲۵
۱۱	۲.۳۱	۹.۹۲	۹.۹۲
۱۲	۲.۳۹	۱۰.۵۹	۱۰.۵۹
۱۳	۲.۴۸	۱۱.۲۶	۱۱.۲۶
۱۴	۲.۵۶	۱۱.۹۲	۱۱.۹۲
۱۵	۲.۶۴	۱۲.۶۰	۱۲.۶۰
۱۶	۲.۷۲	۱۳.۲۹	۱۳.۲۹
۱۷	۲.۸۱	۱۳.۹۹	۱۳.۹۹
۱۸	۲.۸۹	۱۴.۷۰	۱۴.۷۰
۱۹	۲.۹۸	۱۵.۴۴	۱۵.۴۴
۲۰	۳.۰۷	۱۶.۲۱	۱۶.۲۱
۲۱	۳.۱۷	۱۷.۰۱	۱۷.۰۱
۲۲	۳.۲۸	۱۷.۸۵	۱۷.۸۵
۲۳	۳.۴۰	۱۸.۷۴	۱۸.۷۴
۲۴	۳.۵۳	۱۹.۶۹	۱۹.۶۹
۲۵	۳.۶۸	۲۰.۷۱	۲۰.۷۱
۲۶	۳.۸۶	۲۱.۸۳	۲۱.۸۳
۲۷	۴.۰۹	۲۳.۰۸	۲۳.۰۸
۲۸	۴.۴۱	۲۴.۵۳	۲۴.۵۳
۲۹	۴.۹۶	۲۶.۳۴	۲۶.۳۴
۳۰	...	۳۰	۳۰

همانطور که جدول ۱۳ نشان می دهد نمرات درس ریاضی ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده ریاضی در سال ۱۳۸۹ بر اساس نمره واقعی همتراز شده و نمره مشاهده شده برآورد گردیده است همچنین در این جدول θ معادل برای هر نمره نیز گزارش شده است.

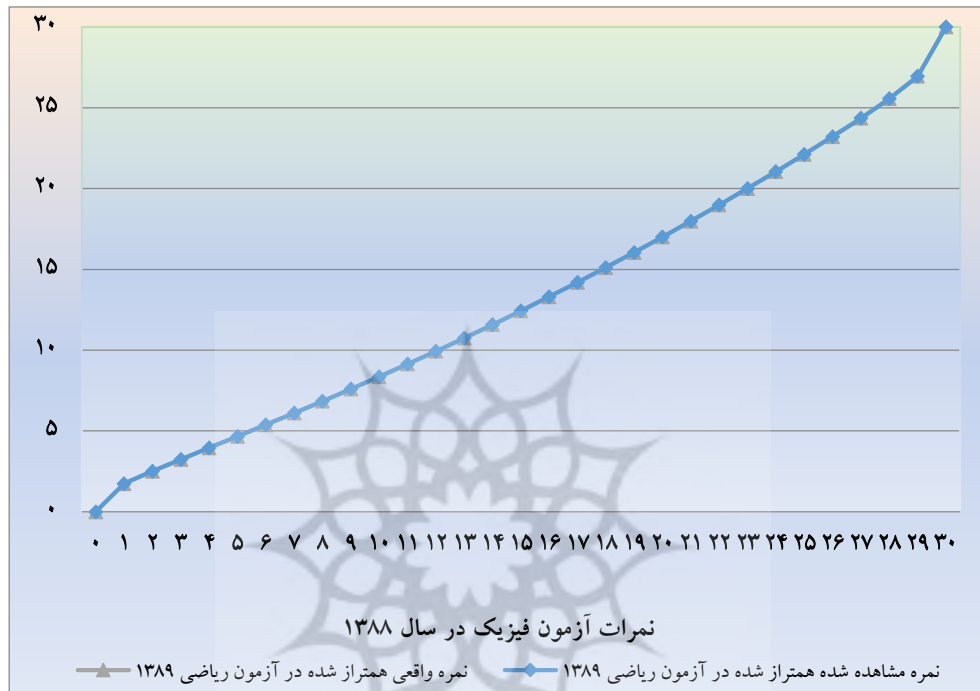


نمودار ۵. نمرات درس ریاضی رشته علوم تجربی آزمون سراسری سال ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده درس فیزیک رشته علوم تجربی آزمون سراسری سال ۱۳۸۹ بر اساس نمره واقعی همتراز شده و نمره مشاهده شده

جدول ۱۵. نمرات درس فیزیک رشته علوم تجربی آزمون سراسری سال ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده درس فیزیک رشته علوم تجربی آزمون سراسری سال ۱۳۸۹ بر اساس نمره واقعی همتراز شده و نمره مشاهده شده

نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۹		نمره در آزمون فیزیک سال ۱۳۸۸	
نمره مشاهده شده همتراز شده	نمره واقعی همتراز شده	θ معادل	نمره مشاهده شده
۰	۰	...	۰
۱.۷۵	۱.۷۵	-۰.۶۴	۱
۲.۵۲	۲.۵۲	۰.۶۵	۲
۳.۲۴	۳.۲۴	۱.۰۹	۳
۳.۹۶	۳.۹۶	۱.۳۷	۴
۴.۶۷	۴.۶۷	۱.۵۷	۵
۵.۳۹	۵.۳۹	۱.۷۳	۶
۶.۱۱	۶.۱۱	۱.۸۷	۷
۶.۸۵	۶.۸۵	۱.۹۸	۸
۷.۶۰	۷.۶۰	۲.۰۹	۹
۸.۳۶	۸.۳۶	۲.۱۹	۱۰
۹.۱۴	۹.۱۴	۲.۲۹	۱۱
۹.۹۴	۹.۹۴	۲.۳۸	۱۲
۱۰.۷۵	۱۰.۷۵	۲.۴۷	۱۳
۱۱.۵۸	۱۱.۵۸	۲.۵۵	۱۴
۱۲.۴۳	۱۲.۴۳	۲.۶۴	۱۵
۱۳.۳۱	۱۳.۳۱	۲.۷۳	۱۶
۱۴.۲۰	۱۴.۲۰	۲.۸۲	۱۷
۱۵.۱۲	۱۵.۱۲	۲.۹۱	۱۸
۱۶.۰۵	۱۶.۰۵	۳.۰۱	۱۹
۱۷.۰۱	۱۷.۰۱	۳.۱۱	۲۰
۱۷.۹۹	۱۷.۹۹	۳.۲۲	۲۱
۱۸.۹۹	۱۸.۹۹	۳.۳۳	۲۲
۲۰.۰۱	۲۰.۰۱	۳.۴۶	۲۳
۲۱.۰۵	۲۱.۰۵	۳.۶۱	۲۴
۲۲.۱۲	۲۲.۱۲	۳.۷۸	۲۵
۲۳.۲۲	۲۳.۲۲	۳.۹۹	۲۶
۲۴.۳۶	۲۴.۳۶	۴.۲۴	۲۷
۲۵.۵۷	۲۵.۵۷	۴.۶۱	۲۸
۲۶.۹۵	۲۶.۹۵	۵.۲۲	۲۹
۳۰	۳۰	...	۳۰

همانطور که جدول ۱۵ نشان می دهد نمرات درس فیزیک ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده فیزیک در سال ۱۳۸۹ بر اساس نمره واقعی همتراز شده و نمره مشاهده شده برآورد گردیده است همچنین در این جدول θ معادل برای هر نمره نیز گزارش شده است.



نمودار ۶. نمرات فیزیک ۱۳۸۸ در مقابل نمرات همتراز شده فیزیک در سال ۱۳۸۹

بر اساس نمره واقعی همتراز شده و نمره مشاهده شده

بحث و نتیجه گیری

بحث نتایج در چارچوب سؤال های پژوهش

سؤال یک پژوهش: آیا می توان نمرات آزمون های ریاضی و فیزیک در دو سال مختلف را همتراز کرد؟

هر چند همتراز سازی به معنای واقعی شاید به طور کامل برقرار نگردد ولی در این پژوهش با توجه به رعایت ۵ شرط همتراز سازی می توان گفت که شرایط به موقعیت ایده آل نزدیک

گردیده و شرایط همترازسازی نمرات آزمون‌های ریاضی و فیزیک در دو سال مختلف را مهیا است.

سؤال دوم پژوهش: آیا بین میانگین نمرات دروس ریاضی و فیزیک آزمون سراسری رشته تجربی در دو سال مختلف تفاوت وجود دارد؟

با توجه به آزمون t که بین نمرات دروس ریاضی و فیزیک آزمودنی‌ها در دو سال ۱۳۸۸ و ۱۳۸۹ گرفته شد، مشخص گردید بین میانگین نمرات دروس ریاضی و فیزیک آزمون سراسری رشته تجربی در دو سال مختلف تفاوت وجود دارد.

این نتیجه بیانگر این است که دو آزمون در سال‌های مختلف نتیجه یکسانی را در بین شرکت‌کنندگان یکسان نداشته است و این نکته از جهتی نیاز به همترازسازی را نشان می‌دهد.

سؤال سوم پژوهش: هر یک از نمرات در آزمون‌های ریاضی و فیزیک در کنکور سال ۱۳۸۸ معادل چه نمره‌ای در کنکور سال ۱۳۸۹ می‌باشد؟

برای پاسخگویی به این سؤال از شیوه‌های مختلف همترازسازی در نظریه کلاسیک و جدید اندازه‌گیری استفاده شد. در تحلیل بر اساس نظریه کلاسیک از دو طرح گروه‌های همسان و همچنین طرح گروه‌های ناهمسان با سؤال‌های مشترک (لنگر) درونی استفاده شد. تعداد سؤال‌های مشترک در هر یک از دروس ریاضی و فیزیک برابر با ۵ سؤال از ۳۰ سؤال بود. نتایج به دست آمده نشان داد که هم در طرح گروه‌های همسان و هم در طرح گروه‌های ناهمسان، شیوه هم‌درصدی بدون هموارسازی کمترین خطای استاندارد را داشته و از این بین نیز طرح گروه‌های ناهمسان با شیوه هم‌درصدی بدون هموارسازی به نسبت طرح گروه‌های همسان خطای استاندارد کمتری داشت. در ادامه، در نظریه جدید اندازه‌گیری معادل هر یک از نمرات دروس ریاضی و فیزیک سال ۱۳۸۸ در سال ۱۳۸۹ ارائه گردید.

از آنجا که آزمون کنکور سراسری، آزمونی سرنوشت‌ساز است، عدالت، ایجاد رابطه‌ای را بین نمرات حاصل از فرم‌های مختلف می‌طلبد که قبل از هر نوع مقایسه‌ای تعریف شود، این رابطه همان همترازسازی است که در این مطالعه به آن پرداخته شده است.

یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که چنانچه حتی آزمون‌ها بر اساس یک برنامه و محتوای درسی یکسان و با بیشترین تلاش و زحمت از سوی خبره‌ترین طراحان آزمون به عنوان آزمون‌های موازی به وجود آیند، در دشواری و توزیع نمرات از یکدیگر متفاوت هستند؛ همچنین یافته‌ها حاکی از این است که پرسنل مراکز آزمون‌سازی برای تولید فرم‌های آزمون قابل مقایسه و موازی باید آموزش‌های بیشتر و پیشرفته‌تری را ببینند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که گام را باید از انباشته و انبار کردن اطلاعات و مدارک فراتر گذاشت.

سیاستمداران، مربیان، پژوهشگران، مردم و رسانه‌های جمعی کشور ما به مقایسه نتایج آزمون‌ها در بین فرم‌های مختلف آزمون‌ها در سال‌های متفاوت می‌پردازند، بدون آنکه حتی این نتایج و آزمون‌ها همتراز شده باشند. اطلاعات این مطالعه باید متولیان آزمون‌سازی را راهنمایی کند که طور می‌توانند نمرات آزمونی که همتراز نشده است را تفسیر کنند و نهایتاً نقش این مطالعه این است که قدمی را در ایجاد یک مورد همترازسازی برداشته است و امیدوار است یافته‌های این مطالعه تلنگری را برای مسئولان و مراکز آزمون‌سازی ایجاد کند تا به طور جدی همترازسازی فرم‌های آزمون را برای تکمیل سنجش عدالت محور در نظر داشته باشند و از پیامدهای منفی عدم همترازسازی آزمون‌ها که بر تصمیمات مهم و حیاتی در مورد آزمودنی‌ها اثر می‌گذارد، غفلت نکنند.

منابع

- آلن، مری جی، ویدنی ام. (۱۹۹۶). *مقدمه‌ای بر نظریه‌های اندازه‌گیری*. ترجمه علی دلاور، ۱۳۸۹. تهران: سمت
- دلاور، علی. (۱۳۸۸). *احتمالات و آمار کاربردی در روانشناسی و علوم تربیتی*. تهران: انتشارات رشد
- دلاور، علی. (۱۳۸۴). *روش تحقیق در روانشناسی و علوم تربیتی*. تهران: ویرایش.
- ثرن‌دایک، رابرت ال. (۱۹۸۲). *روانشناسی کاربردی*. ترجمه حیدر علی هومن، ۱۳۷۲. تهران: انتشارات دانشگاه.
- سیف، علی اکبر. (۱۳۸۵). *سنجش، اندازه‌گیری و ارزشیابی*. تهران: نشر دوران

شریفی، حسن پاشا. (۱۳۸۴). *اصول روانسنجی و روان آزمایی*. تهران: انتشارات رشد
همبلتون، رونالد. ک، سوامیناتان. اچ و راجرز، اچ. جین. (۱۹۹۱). *مبانی نظریه پرسش پاسخ*.
ترجمه محمدرضا فلسفی نژاد، ۱۳۸۹. تهران: انتشارات دانشگاه علامه طباطبایی
هومن، حیدر علی (۱۳۸۰). *اندازه گیری های روانی و تربیتی و فن تهیه تست*. تهران: نشر پارسا

- Angoff, W. H. (1971). *Scales, norms, and equivalent scores*. In R. L. Thorndike (Ed.) *Educational measurement (2nd ed., pp. 508-600)*. Washington, DC: American Educational Research Association.
- Braun, H. I. & Holland, P. W. (1982). *Observed-score test equating: A mathematical analysis of some ETS equating procedures*. In P. W. Holland, & D. B. Rubin, *Test equating* (pp. 9 - 49). New York: Academic Press .
- Brennan, R. L. (2010). Assumptions about true-scores and populations in equating. *Measurement: Interdisciplinary Research and Perspectives*, 8(1), 1-3.
- Cui, Z., & Kolen, M. J. (2008). Comparison of parametric and nonparametric bootstrap methods for estimating random error in equipercentile equating. *Applied Psychological Measurement*, 32(4), 334-347.
- Dorans, N. J. (1990). Equating methods and sampling designs. *Applied Measurement in Education*, 3, 3-17. *Educational Measurement*, 31, 113-123.
- Hambleton, R. K. & Swaminathan, H. (1985). *Item response theory: principles and applications*. Boston, MA: Kluwer .
- Hambleton, R., Swaminathan, H., & Rogers, H. (1991). *Fundamentals of item response theory*. Newbury Park, CA: SAGE Publications, Inc.
- Hanson, B. (2004, May 18). *Equating Error*. (Z. Cui, Ed.) Iowa City, IA, US: CASMA .
- Hanson, B. A., & Beguin, A. A. (2002). Obtaining a common scale for item response theory item parameters using separate versus concurrent estimation in the common-item equating design. *Applied Psychological Measurement*, 26(1), 2-24.
- Hanson, B. A., & Zeng, L. (2004). *PIE. A computer program for IRT equating*. Boston, MA: Kluwer.
- Harris, D. J., & Kolen, M. J. (1990). A comparison of two equipercentile equating methods for common item equating. *Educational and Psychological Measurement*, 50, 61-71.
- Holland, P. W., & Dorans, N. J. (2006). Linking and equating. In R. L. Brennan (Ed.), *Educational measurement (4th ed., pp. 187-220)*. Westport, CT: Praeger.

- Holland, P. W., & Thayer, D. T. (2000). Univariate and bivariate log linear models for discrete test score distributions. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 25(2), 133-183.
- Holland, P. W., Sinharay, S., von Davier, A. A., & Han, N. (2008). An approach to evaluating the missing data assumptions of the chain and post-stratification equating methods for the NEAT design. *Journal of Educational Measurement*, 45(1), 17-43.
- Kendall, M., Stuart, A., & Ord, J. K. (1994). *Kendall's Advanced Theory of Statistics*, volume 2: Distribution Theory (6th ed.). A Hodder Arnold Publication .
- Kim, D. I., Brennan, R. L., & Kolen, M. J. (2005). A comparison of IRT equating and beta 4 equating. *Journal of educational measurement* , 42 (1), 77-99 .
- Kim, S., von Davier, A. A., & Haberman, S. (2008). Small-sample equating using a synthetic linking function. *Journal of Educational Measurement*, 45(4), 325-342.
- Kim, S., Walker, M. E., & McHale, F. (2010). Comparisons among designs for equating mixedformat tests in large-scale assessments. *Journal of Educational Measurement*, 47(1), 36-53.
- Klein, L. W., & Jarjoura, D. (1985). The importance of content representation for common-item equating with nonrandom groups. *Journal of Educational Measurement*, 22(3), 197-206.
- Kolen, M. J. & Brennan, R. L. (2004). *Test equating, scaling and linking: Methods and practices*. (2nd, Ed.) New York, NY: Springer-Verlag .
- Livingston, S. A., & Kim, S. (2010). Random-groups equating with samples of 50 to 400 test takers. *Journal of Educational Measurement*, 47(2), 175-185.
- Livingston, S. A., Dorans, N. J., & Wright, N. K. (1990). What combination of sampling and equating methods works best? *Applied Measurement in Education*, 3, 73-95.
- Lord, F. M. & Wingersky, M. S. (1984). Comparison of IRT-true-score and equipercentile observed-score "Equatings.". *Applied Psychological Measurement* , 8, 453 - 461 .
- Lord, F. M., & Novick, M. R. (1968). *Statistical theories of mental test score*. Menlo Park, CA: Addison-Wesley.
- Petersen, N. S., Kolen, M. J., & Hoover, H. D. (1989). *Scaling, norming, and equating*. In R. L. Linn (Ed.), *Educational Measurement* (3rd ed., pp.221-262). New York: Macmillan.
- Philips, S. E. (1985). Quantifying equating errors with item response theory methods. *Applied Psychological Measurement*, 9(1), 59-71.
- Reckase, M. D. (2009). *Multidimensional item response theory*. New York: Springer.

- Rosenbaum, P. R., & Thayer, D. (1987). Smoothing the joint and marginal distributions of scored two-way contingency tables in test equating. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 40, 43-49.
- Sinharay, S., & Holland, P. W. (2007). Is it necessary to make anchor tests mini-versions of the tests being equated or can some restrictions be relaxed? *Journal of Educational Measurement*, 44(3), 249-275.
- Tong, Y. & Kolen, M. J. (2005). Assessing equating results on different equating criteria. *Applied Psychological Measurement*, 29 (6), 418-432 .
- Tong, Y., & Kolen, M. J. (2005). Assessing equating results on different equating criteria. *Applied Psychological Measurement*, 29(6), 418-432. 128
- Van der Linden, w. J. (2005). *Linear models for optimal test design*. New York, NY: Springer-Verlag. 219
- Van der Linden, W. J. (2006a). Equating error in observed-score equating. *Applied Psychological Measurement*, 30 (5), 355-378.
- Van der Linden, W. J., & Wiberg, M. (2010). Local observed-score equating with anchor-test designs. *Applied Psychological Measurement*, 34(8), 620-640.
- Von Davier, A. A., Holland, P. W., Livingston, S. A., Casabianca, J., Grant, M. C., & Martin, K. (2006). *An evaluation of the kernel equating method: A special study with pseudotests constructed from real test data*. ETS Research Report. Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- Wang, T., Hanson, B. A., & Harris, D. J. (2000). The effectiveness of circular equating as a criterion for evaluating equating. *Applied Psychological Measurement*, 24(3), 195-210.
- Wang, T., Lee, W-C., Brennan, R. L., & Kolen, M. J. (2008). A Comparison of the frequency estimation and chained equipercentile methods under the common-item nonequivalent groups design. *Applied Psychological Measurement*, 32(8), 632-651.
- Zimowski, M. F., Muraki, E., Mislevy, R. J., & Bock, R. D. (1996). *BILOG-MG: Multiple-group IRT analysis and test maintenance for binary items [Computer software and manual]*. Chicago: Scientific Software International.