دکتر بهروز صراف*
دکتر عبدالحمید رجائی**

کاربرد روش «تحلیل عاملی»[1] در مطالعات عناصر اقلیمی

چکیده:

دریافت انرژی ناهمگون توسّط سطح کرهٔ زمین و تحوّلات داخلی آن در طول عمر این کره، باعث ایجاد مناطق ناهمگون جغرافیایی شده‌است. کرویّت زمین، عاملی در دریافت ناهمگون انرژی بدلیل ایجاد زاویه تابش متغیّر برای خورشید می‌باشد. این عامل توأم با تحوّلات درونی کرهٔزمین و ایجاد پدیده‌های جوّی مثل باد، تبخیر نامتقارن، بارش‌های نابرابر، شرایط جغرافیائی متعارضی را فراهم آورده است. در عین حال شرایط مشابه جغرافیائی در سطح

---

* عضو هیأت علمی گروه جغرافیای دانشگاه تبریز
** عضو هیأت علمی گروه جغرافیای دانشگاه تبریز

این کره، بیانگر همگونی می‌باشد. همگونی در طبیعت با تشابه سنجیده می‌شود و معیارهای اندازه گیری تشابه، متعدّد می‌باشد. جغرافیدانان و محقّقین سایر علوم برای تعیین نواحی همگون، روش‌های آماری پیشرفته‌ای نظیر روش‌های تحلیلی چند متغیّره را بکار گرفته‌اند. در مقالهٔ حاضر از بین روش‌های تحلیلی چند متغیّره روش تحلیل عاملی و از بین عناصر اقلیمی، عنصر بارش در چهار ایستگاه (ایستگاههای تبریز- ارومیّه- اردبیل و خوی بعنوان ۴ متغیر در نظر گرفته شده‌اند) مورد مطالعه قرار گرفته‌اند. با استفاده از داده‌های بارش ماهانه ایستگاههای مذکور، جزئیات روش تحلیل عاملی و جداول مورد نیاز جهت انجام این بررسی، ارائه گردیده‌اند.

* * * * *

مقدّمه:

تحلیل عاملی، یک روش پردازش آماری است، که برای بیان همبستگی‌های مشاهده شده بین تعداد زیادی از متغیّرها در قالب تعداد کمتری از عوامل یا متغیّرهای زیر بنایی، مورد استفاده قرار می‌گیرد. پیش فرض اصلی تحلیل عاملی، این است که از متغیّرهای زیربنایی (منظور متغیّرهای استخراج شده از ماتریس همبستگی بین متغیّرهای مشاهده شده) می‌توان به جای استفاده از تک تک متغیّرها برای تشریح و تبیین تغییرات پدیده‌های پیچیده استفاده کرد. همبستگی مشاهده شده بین متغیّرهای اوّلیّه از تشریک این عوامل زیربنایی حاصل شده است. به عنوان مثال، همبستگی مشاهده شده بین نمرات امتحانی دروس مختلف، ممکن است در قالب عوامل مشترکی مانند هوش، مهارتهای منطقی و درک مطلب افراد، قابل بیان باشد. بنابراین، هدف تحلیل عاملی،

شناسایی چنین عوامل زیربنایی است که به طور مستقیم قابل مشاهده و اندازه گیری نیستند ولی از ماتریس همبستگی بین مجموعه‌ای از متغیّرها قابل استنباط و اندازه گیری می‌باشند. مدل ریاضی مورد استفاده برای تحلیل عاملی، تا اندازهٔ زیادی همانند معادلهٔ رگرسیون چند متغیّره است که در آن، تغییرات هر متغیّر در قالب ترکیب خطّی تعداد کمتری عوامل (یا فاکتورهای غیر قابل مشاهده) بیان می‌شود. همان طوری که گفته شد یکی از اهداف اساسی استفاده از تحلیل عاملی، نشان دادن روابط بین مجموعه‌ای از متغیّرها در قالب تعداد کمتری از عوامل زیربنایی است. در عمل، اگر عوامل، به خوبی از همبستگی‌های مشاهده شده استخراج شوند، زوایای مکنون و جدیدی از پدیدهٔ تحت مطالعه را آشکار می‌سازند. اساس تحلیل عاملی بر همبستگی مشاهده شده بین متغیّرهاست و اگر این همبستگی وجود نداشته باشد، عامل مشترکی وجود نخواهد داشت؛ به عبارت دیگر، تحلیل عاملی بر این فرض استوار است که همبستگی مشاهده بین مجموعه‌ای از متغیّرها، ممکن است در قالب دو یا سه متغیّر یا عوامل زیربنایی پر محتوا قابل بیان باشد که این عوامل، تمامی تغییرات بین مجموعه‌ای از متغیّرها را تبیین می‌کند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

مراحل اساسی در کاربرد روش تحلیل عاملی

واژهٔ تحلیلی عاملی صرفاً" به یک تکنیک خاصّ اطلاق نمی‌شود، بلکه این واژه روشهای مختلفی را در بر می‌گیرد. سه مرحلهٔ اساسی در کاربرد تحلیل عاملی قابل تشخیص است و هر یک از این مراحل گزینه‌های متفاوتی را پیش روی استفاده کننده، قرار می‌دهد. اکثر روشهای تحلیل عاملی در مرحلهٔ اول، ماتریس همبستگی را به عنوان داده‌های ورودی خود می‌پذیرد. در این

مرحله سؤالی که پیش روی محقّق قرار می‌گیرد، این است که این ماتریس همبستگی، چگونه و به چه ترتیبی باید حاصل آید؟ به عبارتی، تنظیم و آرایش داده‌ها تا حصول ماتریس نهایی چگونه باید باشد؟ آیا ماتریس ورودی، همبستگی بین متغیّرهای مختلف را در مجموعه‌ای از مشاهدات نشان می‌دهد؟ (روش R) و یا ماتریس ورودی، همبستگی بین مجموعه‌ای از مشاهدات یا افراد را نشان می‌دهد؟ (روش Q)[۲]

دومین مرحله، بررسی امکان کاهش داده‌های ورودی از طریق ساختن مجموعه‌ای از متغیّرها بر اساس روابط همبستگی موجود بین متغیّرهاست. در این مرحله نیز دو دیدگاه اساسی پیش روی محقّق قرار دارد: دیدگاه تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی و دیدگاه تحلیلی عاملی. در هر دوی این نگرشها، متغیّرهای جدید در قالب توابع داده‌های اصلی معرفّی می‌گردند. در مدل تحلیل عاملی فرض بر این است که همبستگی مشاهده شده به طور کلّی نتیجهٔ نظم و قاعده‌ای زیربنایی در داده‌های اوّلیّه است. به طور اخصّ این روش بر این فرض استوار است که تغییرات مشاهده شده در متغیّر اصلی متأثّر از دو نوع تغییر است:

۱- قسمتی که با سایر متغیّرها مشترک است و به عنوان واریانس مشترک شناخته و به نام واریانس خاصّ آن متغیّر نامیده می‌شود.

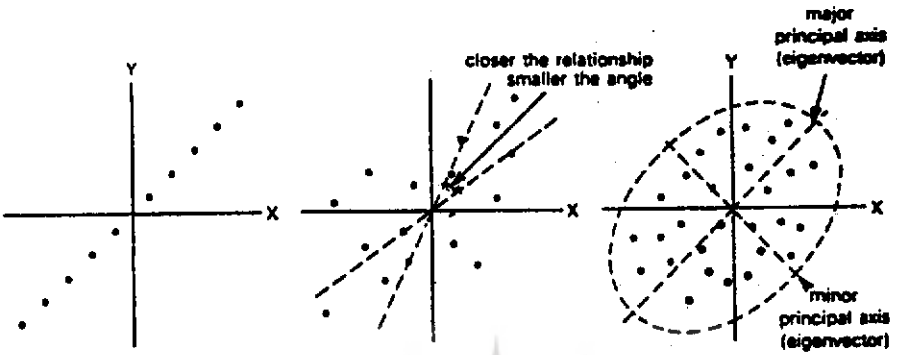
۲- قسمت دیگر، بقایای روابط چندگانه و شامل واریانسی است که متأثّر از خطای اندازه گیری می‌باشد. در مقابل، روش تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی، هیچ تصوّر زیربنایی دربارهٔ ساختمان متغیّرها ندارد و هیچ فرضیّه‌ای راجع به عنصر واریانس خاصّ بین اجزای یک متغیّر، ارائه نمی‌کند.

در مرحلهٔ سوم که در آن تغییرات امکانپذیر می‌باشند، جستجو برای تعیین عوامل قابل تفسیر صورت می‌گیرد و در آن، ابعاد زیربنایی سری داده‌ها تعریف می‌شود، که این مرحله، چرخش عوامل را هم شامل می‌شود.[۳]

توضیح واژه‌های کلیدی روش تحلیل عاملی

توزیع هر مجموعه‌ای از نقاط را می‌توان به وسیلهٔ دو محور اصلی بیان نمود، یک محور اصلی عمده [۴]، که به طور طولی از میان توزیع می‌گذرد و یک محور اصلی کوچک [۵]، که به طور عرضی یا به صورت عمود بر محور اصلی عمده، از میان نقاط توزیع می‌گذرد (نمودار شماره ۱). محور اصلی عمده، اندازه گیرنده واریانس مشترک بین دو متغیّر، و قابل مقایسه با خط رگرسیونی بین این دو متغیّر است. محور کوچکتر، واریانس باقیمانده را نشان می‌دهد که به وسیلهٔ همبستگی بین دو متغیّر قابل بیان نیست.

زمانی که همبستگی کامل وجود دارد (ضریب همبستگی ۱+) این دو محور روی هم قرار می‌گیرد و هر قدر همبستگی بین دو متغیّر بیشتر باشد، زاویهٔ بین این دو محور کمتر خواهد بود. هدف تحلیل عاملی، تعیین محورهای اصلی برای تعداد زیادی از متغیّرها (و نه دو متغیّر) می‌باشد. در این قلمرو، محورها در یک فضای n بعدی تعیین می‌گردند و بدیهی است که نمی‌توانند دیده شوند و این در واقع روش مورد استفاده برای تولید عوامل از داده‌های اصلی است.



الف ب ج

نمودار شماره ۱: توزیع دوگانه و انواع همبستگی‌ها[۶]:

الف- همبستگی کامل

ب- همبستگی متوسط

ج- همبستگی ضعیف

فرآیندهای تعیین چنین متغیرهای جدیدی با استفاده از رایانه و برنامه‌های رایانه‌ای امکانپذیر شده است.

از نظر واژه‌های مورد استفاده در تحلیل عاملی، «بردارهای خاص»[۷] همان محورهای اصلی و بیانگر عوامل استخراج شده هستند.

چگونگی تنظیم داده‌های بارش چهار ایستگاه سینوپتیک که به عنوان مثالی برای کاربرد روش تحلیل عاملی در این بخش مورد استفاده قرار می‌گیرد، در جدول شماره ۱ نشان داده شده است. به این فرم ورودی داده‌ها به برنامهٔ رایانه‌ای که داده‌های بارشهای ماهانه در ردیفهای افقی و نام ایستگاهها در

ستونهای عمودی قرار می‌گیرند، «تنظیم مکانی» داده اطلاق می‌گردد. روابط بین چهار متغیّر که بارش ماهانه چهار ایستگاه تبریز، اردبیل، خوی و ارومیه می‌باشد، در فرم ضرایب همبستگی ارائه می‌گردد (جدول شماره ۲). از این ماتریس همبستگی می‌توان یک عامل مشترک [۸] به عنوان تابعی از ریشهٔ دوّم مجموع همبستگی‌های دو به دو را محاسبه نموده و همچنین روابط بین هر متغیّر با مؤلّفه را می‌توان با تقسیم مجموع همبستگی‌های هر متغیّر بر ریشهٔ دوّم مجموع کلّ همبستگی محاسبه نمود. این مقدار در تحلیل عاملی به عنوان «بارگویه» [۹] شناخته می‌شود.

«بارگویه‌ها» ضرایب همبستگی رگرسیونی بین متغیّرهای مشاهده شده و عامل جدید در قالب معادله زیر می‌باشند[۱۰]:

$$X_i = a_1.F_1 + a_2F_2 + a_3F_3 + \ldots + a_nF_n$$

a: مقدار بارگویه

F: عامل

X_i: تغییرات هر متغیّر

با در نظر گرفتن ماهیّت «بارگویه‌ها» به عنوان ضرایب همبستگی رگرسیونی، مربّع هر یک از آنها نشان دهندهٔ مقدار واریانس تبیین شده در متغیّر مشاهده شده توسّط هر یک از عوامل مربوط بدان است.

مجذورات ستونی این «بارگویه‌ها» معرّف واریانس تبیین شده توسّط هر یک از عاملهاست که «ارزش خاصّ»[۱۱] آن عامل خوانده می‌شود. با محاسبهٔ «ارزش خاصّ» هر عامل می‌توان درصدد واریانس هر متغیّر و همچنین درصد واریانس تجمّعی را محاسبه نمود.

جدول شمارهٔ ۱- نحوهٔ تنظیم داده‌های بارش[۱۲] (تنظیم مکانی)
کلّ سال، با استفاده از داده‌های چهار ایستگاه مورد مطالعه [۱۳]

ردیف	اردبیل	خوی	ارومیه	تبریز
۱	۸/۱۰	۲۶/۹۷	۲۸/۹۰	۳/۱۰
۲	۲۱/۱۰	۳۴/۸۲	۳۷/۳۰	۲۰/۵۰
۳	۴۸/۴۰	۵۳/۷۶	۵۷/۶۰	۳۵/۹۰
۴	۷۷/۹۰	۶۷/۱۱	۷۱/۹۰	۴۵/۴۰
۵	۱۷/۴۰	۱۱/۴۸	۱۲/۳۰	۴/۴۰
۶	۱/۴۹	۰/۱۹	۰/۲۰	۱/۵۰
۷	۴۶/۳۲	۰/۱۹	۰/۲۰	۴۶/۵۰
۸	۰/۱۰	۰/۸۴	۰/۹۰	۰/۱۰
۹	۸/۱۰	۰/۰۹	۰/۱۰	۰/۱۰
۱۰	۸/۳۰	۵/۸۸	۶/۳۰	۲/۴۰
۱۱	۲۴/۲۰	۸۸/۵۸	۹۴/۹۰	۶۷/۹۰
۱۲	۲۰/۳۰	/۵۶	۰/۶۰	۷/۰۰
...	...	...	...	...
...	...	...	...	...

جدول شماره۲: ماتریس همبستگی داده‌های بارش چهار ایستگاه مورد مطالعه

	اردبیل	خوی	ارومیه	تبریز
اردبیل	۱	۰/۴۹۵۷	۰/۵۲۷۵	۰/۶۰۰۰
خوی	۰/۴۹۵۷	۱	۰/۸۴۱۰	۰/۷۱۸۱
ارومیه	۰/۵۲۷۲	۰/۸۴۰۱	۱	۰/۷۹۵۱
تبریز	۰/۶۰۰۰	۰/۷۱۸۱	۰/۷۹۵۱	۱
مجموع	۲/۶۲۲۹	۳/۰۵۳۹	۳/۱۶۲۷	۳/۱۱۳۲

مرحلهٔ اوّل: جمع نمودن ضرایب همبستگی هر ستون که اعداد زیر به دست می‌آید:

۳/۱۱۳+۳/۱۶۲+۳/۰۵۳+۲/۶۲۲ = مجموع هر ستون همبستگی

۱۱/۹۵ = مجموع کلّ همبستگی

۳/۴۵۷۲ = جذر مجموع کلّ همبستگی

مرحلهٔ دوم: در این مرحله با استفاده از رابطهٔ شماره ۱ بارگویه (فاکتور *loading*ها) حاصل می‌شود.

رابطهٔ شمارهٔ ۱: بارگویه = $\frac{\text{مجموع هر ستون همبستگی}}{\text{مجموع کل همبستگی}}$

مثال = ۲/۶۲ : ۳/۴۵ = ۰/۷۵

جدول شماره ۳: مقدار بارگویه داده‌های بارش و مربع آنها

	بارگویه	بارگویه[۲]
اردبیل	۰/۷۵۹	۰/۵۷۵۶
خوی	۰/۸۸۳	۰/۷۸۰۳
ارومیه	۰/۹۱۴۷	۰/۸۳۶۷
تبریز	۰/۹۰۰۴	۰/۸۱۰۸

مرحلهٔ سوم: مجموع مربع بارگویه‌ها، ارزش خاصّ عامل ۱ را نتیجه می‌دهد.

$eigen_1$ = ۰/۵۷۵۶+۰/۷۸۰۳+۰/۸۳۶۷+۰/۸۱۰۸

$eigen_1$= ۳/۰۰۳۵ «ارزش خاصّ» عامل ۱

از جدولهای شماره ۲ و ۳ یک عامل جدید از متغیّرهای اصلی، استخراج شده و آن واریانس مجموع اندازه‌گیری شده «ارزش خاصّ» می‌باشد. برای در نظر گرفتن اهمّیّت «ارزش خاصّ» می‌توان آن را با واریانس مجموع همبستگی داده‌های اصلی مرتبط کرد[۱۴]. این مورد با محاسبهٔ رابطهٔ شمارهٔ ۲ امکانپذیر می‌باشد که به آن «درصد واریانس»[۱۵] اطلاق می‌گردد.

رابطهٔ شمارهٔ ۲: درصد واریانس = $\frac{\lambda}{n}\times ۱۰۰$ *(Pct. var)*

λ = ارزش خاصّ عامل ۱

n = تعداد متغیّر اصلی

بر اساس رابطهٔ فوق «درصد واریانس» عامل ۱ عبارت است از:

درصد واریانس = ۳/۰۰۳ : ۴ = ۰/۷۵۰۷

۰/۷۵۰۷ × ۱۰۰ = ٪۷۵/۰۷

بر این اساس می‌توان دریافت که اوّلین عامل حدود ۷۵درصد کلّ واریانس را تبیین می‌کند. قدم بعدی در روش تحلیلی عاملی، استخراج دومین عامل جدید است که واریانس باقی‌مانده را تبیین نماید و این عمل با محاسبهٔ ماتریس همبستگی‌های حاصل از این بارگویه از ماتریس داده‌های اصلی انجام می‌پذیرد. باید تأکید نمود که دومین عامل، قسمت‌هایی را از متغیّرهایی که با اوّلین عامل هیچ همبستگی و ارتباطی ندارند، شامل می‌شود. بنابراین نسبت به اوّلین عامل «اورتوگونال»[۱۶] غیر همبسته محسوب می‌گردد. این فرایند تا آنجایی که تمامی در ماتریس همبستگی‌ها تبیین‌گردد، تکرار می‌شود.

$eigen_2$ = ۰/۷۸۰۳+۰/۸۳۶۷+۰/۸۱۰۸ = ۲/۴۲۷۸

$eigen_2$ = ۳/۰۰۳۵−۲/۴۲۷۸

«ارزش خاصّ» عامل دوّم $eigen_2$ = ۰/۵۷

درصد واریانس = ۰/۵۷۵۷ : ۴ = ۰/۱۴۳

= ۰/۱۴۳×۱۰۰ = ٪۱۴/۳

«درصد واریانس» عامل دوم

تا این مرحله از تحلیل عاملی، هدف، نشان دادن نحوهٔ تنظیم داده‌ها، چگونگی استخراج بارگویه‌ها و مقادیر ارزش خاصّ بوده است و اکنون به جهت پیگیری مراحل بعدی و نحوهٔ به کارگیری ستاده‌ها، مثال داده‌های بارش ایستگاههای تبریز، خوی، اردبیل و ارومیه در فرم برنامه کامپیوتری نرم‌افزار *SPSS* ارائه می‌شود.

روش تحلیلی عاملی، شروع کار خود را با تجزیه به مؤلفه‌های اصلی انجام می‌دهد.

در جدول شمارهٔ ۴، ماتریس همبستگی داده‌های بارش ماهانه چهار ایستگاه به فرم برنامه کامپیوتری آورده شده است.

جدول شمارهٔ ۵، ستاده‌های مقدّماتی [۱۷] تحلیل عاملی (که تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی می‌باشد) را نشان می‌دهد. در ستون اوّل، نام متغیّرها (که اسامی چهار ایستگاه سینوپتیک) و در ستون دوم، مقدار «درصد واریانس مشترک تبیین شده»[۱۸] را نشان می‌دهد. این تعداد در تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی برابر با یک است. در تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی، تجزیهٔ کلّ واریانس در قالب مؤلّفه‌های اصلی انجام می‌یابد. مجموعهٔ این مؤلّفه‌ها، کلّ واریانس مشاهده شده را تبیین می‌نماید و بنابراین برابر یک است. این مفهوم از آنجا ناشی می‌شود که هدف تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی، نشان دادن واریانس مشاهده شده بین متغیّرها، در قالب مؤلّفه‌های اصلی می‌باشد.

در ستون سوم تعداد مؤلّفه‌های اصلی (یعنی ۴ مؤلّفه) مشخّص گردیده و در ستون چهارم «ارزش خاص هر مؤلّفه» نشان داده شده است. مختصر اختلافی که بین مقدار محاسباتی توسط رایانه با محاسبات انجام شدهٔ دستی مشاهده می‌شود، ناشی از دقّت کم ماشینهای حساب می‌باشد.

در ستون ۵ و ۶ به ترتیب درصد واریانسی که هر مؤلّفه تبیین می‌کند و درصد تجمّعی آنها آورده شده است. بر این اساس می‌توان دریافت که اوّلین مؤلّفه حدود ۷۵ درصد و دومین مؤلّفه حدود ۱۵ درصد از واریانس را تبیین می‌نماید. این دو مؤلّفه، در مجموع ۹۰ درصد از واریانس را تبیین می‌نمایند. بنابراین در این مثال از ۴ مؤلّفهٔ اصلی که تبیین‌کننده تغییرات بارش می‌باشند،

۲مؤلّفه اصلی بار عمده تغییرات واریانس را به عهده دارند.

در جدول شمارهٔ ۶که جدول ستاده‌های نهایی تحلیل عاملی می‌باشد، دو تفاوت اساسی نسبت به جدول شمارهٔ ۵ (ستاده‌های مقدّماتی تحلیل عاملی با استفاده از روش تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی) مشاهده می‌شود. اوّلین تفاوت مربوط به ستون درصد واریانس مشترک تبیین شده می‌باشد. نحوهٔ محاسبهٔ این ستون بدین ترتیب می‌باشد که مقدار بارگویه‌های مندرج در ستون دوگانه جدول ماتریس عوامل (جدول شماره ۷) برای هر متغیّر به طور جداگانه به توان دو رسیده و مجموع آنها میزان درصد واریانس مشترک را تشکیل می‌دهد؛ به عنوان مثال:

=میزان‌درصد واریانس مشترک ایستگاه ارومیه =(۰/۲۳۸۰۵-)۲+(۰/۹۲۴۵۰)۲

= ۰/۸۵۴۷۰۰۲+۰/۰۵۶۶۶۷۸

میزان درصد واریانس مشترک برای ایستگاه ارومیه = ۰/۹۱۱۳

دومین تفاوت، مربوط به انتخاب تنها دو عامل از بین چهار عامل نشان داده در جدول شماره ۵ می‌باشد. در داده‌های نهایی تحلیل عاملی، دو عاملی که بیشترین تغییرات را توجیه می‌نمایند و مجموعاً بیشترین میزان واریانس را به عهده دارند، نشان داده می‌شوند.

در جدول شماره ۷ مقدار بارگویه‌ها در دو ستون که بیانگر عامل ۱ و ۲ می‌باشد، آورده شده است. برای درک بهتر مفاهیم این جدول می‌توان چنین اظهار نمود که تغییرات بارش ایستگاه ارومیه ۰/۹۲ در عامل ۱، ۰/۲۳ در عامل ۲ تبیین می‌گردد؛ به عبارت دیگر معادلهٔ پیش‌بینی کنندهٔ مقدار بارش در ارومیه به شرح زیر خواهد بود:

مقدار بارش ارومیه = $Y_i = ۰/۹۲F_1 - ۰/۲۳F_2$

نحوهٔ محاسبهٔ مقدار بارگویه‌ها در جدول شماره ۳ آورده شده است.

– جدول شماره ۸: مقدار این جدول فرم چرخشی بارگویه‌ها (در جدول شماره ۶) می‌باشد. با توجه به این که در جدول ماتریس عوامل مقدار عددی برخی از بارگویه‌ها ممکن است خیلی به هم نزدیک باشند و این امر در طبقه‌بندی مشکلاتی به وجود می‌آورد. بنابراین در برنامه‌های رایانه‌ای در حول محورهای x و y مقدار عددی بارگویه‌ها چرخانده شده تا در آخر، اعدادی حاصل آیند که نزدیکی چندانی با هم نداشته باشند تا بتوان آنها را در دو یا چند عامل طبقه‌بندی نمود. مقدار بارگویه‌ها در طبقه‌بندی به کار گرفته می‌شود و اصولاً بر اساس همین مقدار طبقه‌بندی صورت می‌گیرد و بدین ترتیب اگر مقدار آنها بیشتر از ۶٪ باشد از ارزش بالایی برخوردار شود (علامت مثبت یا منفی مهم نیست) و اگر مقدار آنها بیشتر از ۰/۳ باشد ارزش متوسطی دارد. (کلاین ۱۹۹۴).

جدول شمارهٔ ۴: ماتریس همبستگی داده‌های بارش چهار ایستگاه مورد مطالعه

correlatin Matrix:

	Ardabil	*Khoy*	*Urmia*	*Tabriz*
Ardabil	*1.0000*			
Khoy	*0.49574*	*1.00000*		
Urmia	*0.52724*	*0.84012*	*1.00000*	
Tabriz	*0.60001*	*0.71811*	*0.79509*	*1.00000*

جدول شماره ۵: ستاده‌های مقدّماتی تحلیل عاملی با استفاده از روش تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی

Initial Statistics:

Variable	*communality*	*Factor Component*	*Eigenvalue*	*Pct of var*	*Cum Pct*
Ardabil	*1.00000*	*1*	*3.00699*	*75.2*	*75.2*
Khoy	*1.00000*	*2*	*0.58475*	*14.6*	*89.8*
Urmia	*1.00000*	*3*	*0.26556*	*6.6*	*96.4*
Tabriz	*1.00000*	*4*	*0.14270*	*3.6*	*100.0*

PC extracted 2 factors

جدول شمارهٔ ۶: ستاده‌های نهایی تحلیل عاملی که منجرّ به انتخاب ۲ عامل از بین ۴ عامل داده‌های مقدّماتی گردید.

Final Statistics:

Variable	*communality*	*Factor Component*	*Eigenvalue*	*Pct of var*	*Cum Pct*
Ardabil	*0.98519*	*1*	*3.00699*	*75.2*	*75.2*
Khoy	*0.87631*	*2*	*0.58475*	*14.6*	*89.8*
Urmia	*0.91137*	-	-	-	-
Tabriz	*0.81887*	-	-	-	-

با اینکه مراحل آغازین تحلیل عاملی، تجزیه به مؤلّفه‌های اصلی است، ولی بعد از استخراج مؤلّفه‌های اصلی، مرحلهٔ دوّم، مرحلهٔ استخراج عوامل می‌باشد. در این مرحله عواملی انتخاب می‌شوند که مقدار با ارزش خاصّ در آنها، بیش از یک است. بدین معنی که آن عوامل قادرند به میزان پیش از سهم هر متغیّر، ایجاد تغییرات کلّ را تبیین نمایند.

در جدول شمارهٔ ۶، مقدار ارزش خاصّ عامل دوم کمتر از ۱ می‌باشد (۰/۵۸) ولی جهت ارائهٔ مدل دو عامله، در این مثال عامل دوم نیز در جدول ستاده‌های نهایی درج گردید.

جدول شماره ۷: ماتریس عوامل نشان دهندهٔ بارگویه‌ها

Factor Matrix:

	Factor 1	*Factor 2*
Urmia	*0.92450*	*-0.23805*
Tabriz	*0.90472*	*-0.01866*
Khoy	*0.89192*	*-0.28423*
Ardabil	*0.73365*	*0.66854*

مقدار بارگویه‌ها، تغییرات مشاهده شده در قالب معادلهٔ رگرسیونی خطّی را که تغییرات ایستگاهها را تبیین می‌کند، نشان می‌دهد.

جدول شماره ۸: چرخش ماتریس عوامل جهت متمایز شدن ایستگاهها در دو عامل نهایی

VARIMAX converged in 3 iterations.

ROTATED Factor Matrix:

	Factor 1	*Factor 2*
Urmia	*0.91451*	*0.27394*
Khoy	*0.91048*	*0.21757*
Tabriz	*0.78420*	*0.45154*
Ardabil	*0.28263*	*0.95148*

نتیجه‌گیری

هدف از این مطالعه، چنانکه ذکر گردید، عنایت به یک روش پردازش آماری به نام «روش تحلیل عاملی» در مطالعات جغرافیایی بالاخصّ در طبقه‌بندیهای اقلیمی است و از آمار چهار ایستگاه سینوپتیک صرفاً جهت ایجاد زمینه‌ای برای ارائهٔ انواع جداول تحلیل عاملی استفاده گردیده است و منظور نهایی -در این بررسی- دستیابی به یک طبقه‌بندی بارش نیست؛ چرا که داده‌های چهار ایستگاه برای این منظور کافی نمی‌باشد. با این حال تأکید بر این نکته لازم است که با استفاده از اعداد چرخش ماتریسی عوامل می‌توان ضمن دستیابی به طبقه‌بندی نواحی، نقشهٔ مناطق هم ارزش بارگویه‌ها را ترسیم نمود. نحوهٔ ترسیم نقشه هم ارزش بارگویه‌ها، همانند ترسیم نقشهٔ هم دما یا نقشه هم بارش است[۱۹].

پی‌نوشت‌ها:

1. Factor Analysis

۲- روشهای مختلف تنظیم داده‌ها عبارتند از:

T. mode - S.mode - P.mode - O.mode - Q.mode- R.mode

۳- پل کلاین: راهنمای ساده فاکتور آنالیز، ص۵

4. major

5. minor

۶- پل کلاین: پیشین، ص۷

7. Eigenvector

8. Common factor

9. Factor Loading

۱۰- پل کلاین: پیشین، ص۸

11. Eigenvalue

۱۲- آمار سالنامه سازمان هواشناسی در یک دورهٔ ۳۳ ساله مورد استفاده قرار گرفته است

۱۳- با توجه به اینکه عملیّات تحلیل عاملی (حتّی به طور مثال) بر روی داده‌های اندک امکانپذیر نمی‌بود، بنابراین در این مثال از اعداد نسبتاً بیشتری استفاده گردید که منحصراً برای نشان دادن نحوهٔ عملیّات، بخشی از اعداد آورده شده است و اگر در انجام همبستگی اختلافی مشاهده می‌گردد ناشی از مورد فوق می‌باشد.

۱۴- لارس برینگ: ناحیه‌بندی بارش روزانه در کنیا، ص۲

15. Percentage of variance or per. trace of factor

16. orthogonal

17. Initial Statistics

18. Communality

۱۹- ماهیراس و پاپادیمیترو: کاربرد روش‌های فاکتور آنالیز در مطالعه ناحیه‌بندی مقادیر بارش ماهانه در آتن، ص۲۵

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع:

۱- آمار سالنامه‌های سازمان هواشناسی کشور از سال ۱۹۹۲-۱۹۶۰

۲- مقدّم، محمّد، سیّد ابوالقاسم محمّدی شوطی و مصطفی آقایی سربرزه. ۱۳۷۳. آشنایی با روشهای آماری چند متغیّره (ترجمه)، انتشارات پیشتاز علم.

3- *Barring, Lars. 1988. Regionalization of daily rainfall in Kenya by means of commen factor Analysis. Journal of climatology. Vol. 8:371-389*

4- *Kline, P. 1994. An aesy guide to factor Analysis. Routlege.*

5- *Maheras, P. and Papadimitriou, A.A. 1984. Application of the Methods of factorial Analysis for the study of the organization of the rhythm of monthly Precipitation values in Athen. z.meteorol. Vol. 34:100-105*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی