

پژوهشهای جغرافیائی - شماره ۴۱، اسفند ۱۳۸۰  
صص ۳۹-۵۱

## طبقه‌بندی رقومی ایستگاههای اقلیمی منتخب در ایران به روش لیتین اسکی

دکتر قاسم عزیزی - استادیار گروه جغرافیا، دانشگاه تهران\*\*

پذیرش مقاله: ۸/۸/۱۲

### چکیده

در این مقاله ضمن معرفی و تشریح روش طبقه‌بندی رقومی لیتین اسکی، این روش برای طبقه‌بندی اقلیمی ۴۸ ایستگاه منتخب در ایران مورد استفاده قرار گرفته است. قابلیت رقومی روش مذکور، امکان بکارگیری نرم‌افزار SPSS را جهت انجام محاسبات و عملیات طبقه‌بندی فراهم کرده است. نتایج حاصل از کاربرد این روش بر روی ۴۸ ایستگاه منتخب حاکی از آن است که: داده‌های اقلیمی ۴۸ ایستگاه منتخب، در ۳۸ نوع اقلیم فرعی جای گرفته‌اند که این خود نشان دهنده تنوع اقلیمی نسبتاً زیاد است. این تنوع اقلیمی از یک طرف ناشی از قابلیت روش طبقه‌بندی لیتین اسکی جهت نمایش جزئیات اقلیمی و از طرف دیگر بدلیل موقعیت و وسعت کشور ایران می‌باشد؛ البته این تنوع اقلیمی بیشتر در ارتباط با نوسانات مکانی عنصر بارش بوده، بطوریکه در ایستگاههای منتخب، تمامی طبقات اصلی بارش که لیتین اسکی برای کره زمین در نظر گرفته، وجود دارد. جزئیات و نتایج حاصل از بکارگیری این روش بر روی ایستگاهها بصورت یک جدول ارائه شده است.

واژگان کلیدی: طبقه‌بندی اقلیمی، طبقه‌بندی رقومی، لیتین اسکی، بارش، دما، اقلیم ایران

### مقدمه

اقلیم را می‌توان بعنوان حالت میانگین مؤلفه‌های مختلف سیستم اقلیم تعریف نمود که همراه با تغییرپذیری مؤلفه‌های فوق در طول زمان، میانگین‌ها نیز از نوسانات سالانه تا قرنیه برخوردار هستند (هاوتون و همکاران، ۱۹۹۰). سیستم اقلیم شامل مؤلفه‌هایی چون جو<sup>(۱)</sup>، آب کره<sup>(۲)</sup>، سنگ کره<sup>(۳)</sup>، یخ کره<sup>(۴)</sup> و زیست کره<sup>(۵)</sup> می‌باشد. اثر مجزا و مرکب اجزاء سیستم بر عناصر اقلیمی مثل تابش، دما، بارش، رطوبت و فشار در طول زمان، اقلیم هر منطقه و کل کره زمین را شکل می‌دهد. با توجه به تعدد عناصر اقلیمی و همینطور مؤلفه‌های تشکیل دهنده سیستم اقلیم، کره زمین از اقلیم‌های متنوع و متعددی برخوردار است. تنوع و تعدد اقلیم‌ها در مقیاس جهانی و حتی منطقه‌ای،

\* E-mail: ghazizi@ut.ac.ir

2- Hydrosphere

4- Cryosphere

1- Atmosphere

3- Lithosphere

5- Biosphere

دسته‌بندی و یا طبقه‌بندی اقلیمی را امری اجتناب‌ناپذیر نموده است. این ویژگی، اقلیم‌شناسان و دیگر متخصصین علوم جوی، را بر آن داشته تا بر اساس اشتراکات در یک یا چند عنصر، به طبقه‌بندی اقلیم منطقه‌ای یا حتی خرد پردازند. در هر سیستم طبقه‌بندی اقلیمی شاید اولین مسئله‌ای که به ذهن محقق خطور می‌کند، تعداد عناصر دخالت داده شده یا دخیل در طبقه‌بندی است؛ بطوریکه هم، اصل جامع بودن و هم، اصل سهولت و قابل دسترس بودن، هر دو رعایت شوند. از آنجا که با یک تک عنصر اقلیمی و حتی با یک شاخص مرکب، تبیین پدیده پیچیده‌ای همچون اقلیم با دقت کافی همراه نخواهد بود و همینطور با توجه به این مطلب که تعداد انواع اقلیم (N) در یک سیستم طبقه‌بندی اقلیمی چند عنصری بصورت یک تابع نمایی از تعداد عناصر (n) است، اقلیم‌شناسان باید در انتخاب نوع و تعداد عناصر، دقت کافی مبذول دارند؛ بطوریکه هر دو اصل مذکور مورد توجه و رعایت قرار گیرد. بعنوان مثال، اگر قرار باشد که اقلیم زمین به پنج طبقه اصلی (K) بر اساس سه عنصر اقلیم، تقسیم و طبقه‌بندی شود؛ طبق رابطه‌ی نمایی موجود بین تعداد انواع اقلیم و تعداد عناصر ( $N=K^n$ )، تعداد ۱۲۵ نوع اقلیم حاصل خواهد شد. حال اگر تعداد عناصر را برای دقت و جامعیت بیشتر به چهار برسانیم، تعداد انواع اقلیم‌های حاصله به ۶۲۵ نوع می‌رسد که خود، مغایر اصل سهولت می‌باشد. چون تفکیک، تعریف و تشخیص ۶۲۵ نوع اقلیم نیز مشکلی است که نباید ایجاد شود؛ لذا عمده طبقه‌بندیهای ارائه شده تا به حال، سعی بر عدم تجاوز انواع اقلیم از ۱۰۰ نوع را داشته‌اند. تا به حال متخصصین بسیاری اعم از آب و هواشناسان، گیاه‌شناسان، علاقمندان به اقلیم و نیز معماری اقدام به طبقه‌بندی اقلیمی کره زمین نموده‌اند که در این مورد می‌توان به طبقه‌بندیهای دمارتن (۱۹۰۹) و اصلاحات بعد از آن، کوپن (۱۹۱۸) و اصلاحات بعد از آن، تورنت وایت (۱۹۴۸)، تورارتنا (۱۹۵۴)، آمبروزه (۱۹۵۵)، بودیکو (۱۹۵۸)<sup>(۱)</sup> و لیتین‌اسکی (۱۹۸۳) و ... بعنوان نمونه اشاره کرد.

### کلیات روش لیتین‌اسکی

سیستم طبقه‌بندی مورد استفاده در این تحقیق، توسط پروفیسور Joseph K. Litynski در سال ۱۹۸۳ بوسیله نشریه سازمان هواشناسی جهانی (WMO) معرفی و پیشنهاد شده است. در این طبقه‌بندی از ۱۳۰۰ ایستگاه هواشناسی که داده‌های اقلیمی آنها در نرمال‌های اقلیمی توسط سازمان هواشناسی منتشر شده، استفاده گردیده و جهت تعمیم داده‌ها به سطوح، از شبکه‌های ۵×۵ طول و عرض جغرافیایی استفاده شده است. از مزایای قابل توجه این سیستم، قابلیت رقومی یا عددی آن است که امکان استفاده از نرم‌افزارهای مناسب را جهت بکارگیری این روش میسر و آسان می‌کند.<sup>(۲)</sup> همچنین قابلیت تعیین اقلیم‌های متنوع در سطوح کوچک، از دیگر مزایای روش مذکور است.

در سیستم مذکور، جهت انتخاب عناصر اقلیمی به منظور شرکت در طبقه‌بندی، به چند نکته مهم توجه شده است: اول اینکه عنصر انتخابی در بعد جهانی عمومیت داشته باشد؛ یعنی در تمام مناطق کره زمین، جزء داده‌های رقومی قابل دسترس و سهل الوصول باشد. دوم اینکه برای تعیین حدود طبقات، از عنصر واحدی استفاده شود و اینگونه نباشد که مثلاً برای تعیین یک نوع اقلیم، از ویژگی گرمترین ماه و برای تعیین نوع دیگر اقلیم، از ویژگی سردترین ماه استفاده شود. دیگر اینکه عنصر انتخابی برای استفاده‌کننده‌های بالقوه، به آسانی قابل تشخیص و تفسیر باشد و برای همه معنای روشنی داشته باشد.

۱- نقل از فریفته، جمشید (۱۳۶۶).

۲- نگارنده با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه تهران و استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) اقدام به پهنه‌بندی اقلیمی شمال غرب ایران با روش لیتین‌اسکی نموده که بزودی نتایج آن منتشر می‌شود.

و بالاخره اینکه بکارگیری یک آزمون آماری، جهت اطمینان از عدم وابستگی عناصر به یکدیگر است و یا عبارت بهتر، عناصر نباید وابستگی زیاد به یکدیگر داشته باشند. در این مورد، شرط  $|R| \leq 0.50$  پذیرفته شده است. بر همین اساس، در این روش سه عنصر اولیه دما، بارش و ضریب برّی جهت دخالت در طبقه‌بندی انتخاب شده‌اند. انتخاب بارش سالانه و میانگین دمای سالانه بر این مبنا استوار بوده که اولاً این دو عنصر از مهمترین عناصر تمیز دهنده اقلیم کره زمین می‌باشند و همینطور ضریب همبستگی بین آنها معادل  $0.30$  است؛ یعنی شروط فوق و از جمله عدم وابستگی زیاد را دارا می‌باشند. اما انتخاب ضریب برّی بعنوان یک عنصر ساختگی به نقش دامنه نوسان دما و عرض جغرافیایی در تفاوت اقلیم‌های مختلف بر می‌گردد. واضح این روش ابتدا در نظر دارد از دامنه نوسان دما بعنوان سومین عنصر استفاده کند. اما از آنجا که ضریب همبستگی دامنه نوسان دما و دمای میانگین سالانه ایستگاههای منتخب، بیش از حد مجاز یعنی معادل  $0.74$  - بوده است، لذا از این عنصر صرف‌نظر نموده و عنصر ضریب برّی یا ضریب قاره‌ای را انتخاب کرده است.

از میان شاخص‌های متفاوتی که جهت تعیین ضریب برّی ارائه شده (اکوتویز  $1969$ ، به نقل از لیستین اسکی  $1983$ )، جالب‌ترین آنها توسط کنراد ( $1950$ ) پیشنهاد شده است:

$$Ic = \frac{1.7AT}{\sin(\varphi + 10^\circ)} - 14 \quad \text{(رابطه ۱)}$$

در این رابطه  $Ic$  شاخص یا ضریب برّی است که بصورت درصد بیان می‌شود؛  $A$  نوسان سالانه دما به سانتی‌گراد و  $\varphi$  عرض جغرافیایی به درجه می‌باشد. از آنجا که دامنه نوسان دمای ( $AT$ ) هر نقطه بر روی زمین ( $X_i$ ) تقریباً متناسب با دامنه نوسان سالانه بیلان تابشی است، بنابراین می‌توان نوشت:

$$(\Delta q): AT = K(X_i) \cdot \Delta q$$

که ضریب  $K(X_i)$  وابسته به موقعیت هر نقطه ( $X_i$ ) نسبت به خشکیها و اقیانوسها است. بنابراین می‌توان آنرا تابعی از ضریب برّی ( $Ic$ ) دانست. با قبول این فرض که ارتباط بین  $K(X_i)$  و  $Ic$  بصورت خطی است،

$$AT = (bIc + a) \cdot \Delta q \quad \text{و بنابراین:} \quad K(X_i) = bIc + a$$

و از اینرو خواهیم داشت:

$$Ic = \frac{1}{b} \cdot \frac{AT}{\Delta q} - \frac{a}{b} \quad \text{(رابطه ۲)}$$

حال اگر  $\frac{1}{b}$  را با  $C_1$  و  $\frac{a}{b}$  را با  $C_2$  نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$Ic = \frac{C_1 AT}{\Delta q} - C_2 \quad \text{(رابطه ۳)}$$

$\Delta q$  تابع عرض جغرافیایی است و به شکل زیر در نظر گرفته می‌شود:

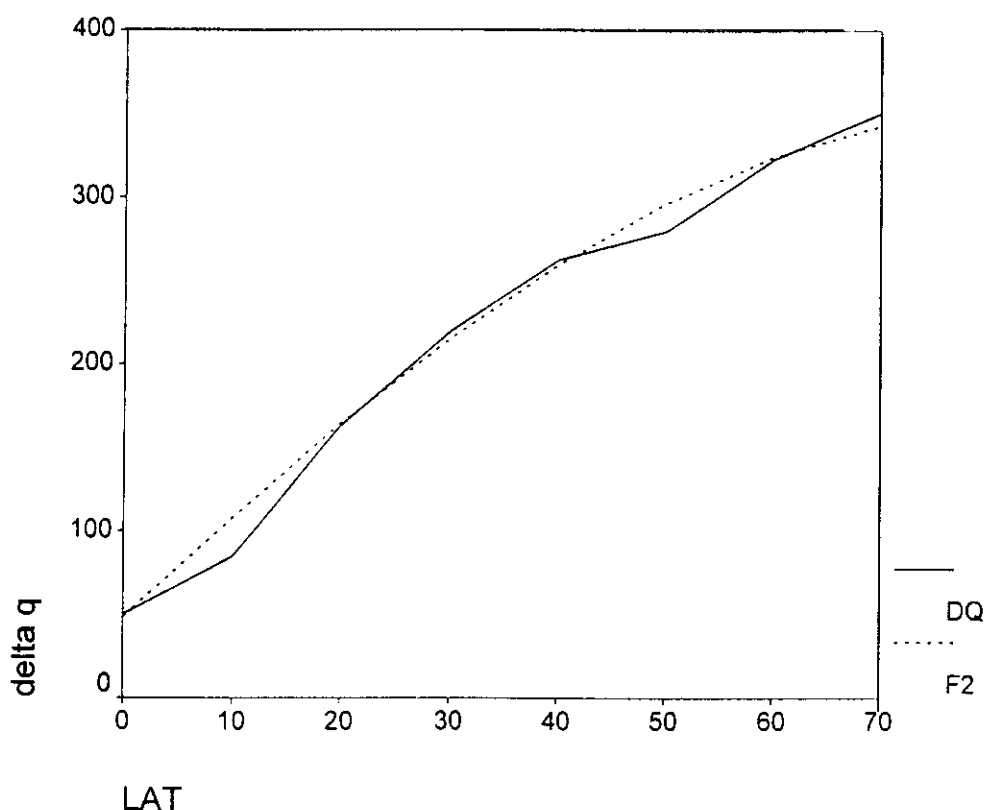
$$\Delta q = b \sin(\varphi + a)$$

در رابطه فوق  $\varphi$  عرض جغرافیایی و  $a$  و  $b$  ضریب می‌باشند (شکل ۱). زمانی که کنراد ضریب برّی را ارائه نمود (در سال  $1946$ )، بیلان تابش، هنوز بخوبی شناخته نشده بود. شکل دقیق بیلان تابش در ده سال بعد توسط لُندن ( $1957$ ) ارائه شد و سپس توسط بودیکو ( $1963$ ) کمی اصلاح و تأیید شد. با استفاده از اشکال بدست آمده توسط لُندن و بودیکو و با بهره‌گیری از روش خوشبینانه، ثابت  $a$  و ضریب  $b$  را می‌توان محاسبه کرد. در این صورت نتیجه بدین شرح خواهد بود:

$$B = 350 \text{ Ly/day} \quad \text{و} \quad a = 8^\circ$$

نتایج حاصل از این برآورد در شکل شماره (۱) برآزش داده شده است

شکل ۱- برازش دامنه نوسان، موازنه تابش، موازنه مشاهده شده (DQ) و دامنه نوسان موازنه تابش برآورد شده (F2) براساس  $350\sin(\varphi+8^\circ)$  در عرض‌های جغرافیایی مختلف



سپس رابطه شماره (۳) را می‌توان بدین صورت بازنویسی کرد:

$$I_c = \frac{C_1 A_T}{350 \sin(\Delta q + 8^\circ)} - C_2 \quad (\text{رابطه ۴})$$

و اگر  $\frac{C_1}{350}$  را با  $C_3$  نمایش دهیم، خواهیم داشت:

$$I_c = \frac{C_3 A_T}{\sin(\Delta + 8^\circ)} - C_2 \quad (\text{رابطه ۵})$$

برای محاسبه  $C_2$  و  $C_3$  شرایط مرزی زیر بکار می‌رود:

$I_c$  در اقیانوسی‌ترین اقلیم (جزایر بورا - بورای پولینزیای فرانسه) صفر در نظر گرفته می‌شود و در بزرگ‌ترین اقلیم (ورخویانسک روسیه) برابر ۱۰۰ در نظر گرفته می‌شود.

در نتیجه:  $C_2 = 10$  و  $C_3 = 1.7$  بدست می‌آید.

$$I_c = \frac{1.7 A_T}{\sin(\Delta + 8^\circ)} - 10 \quad (\text{رابطه ۶})$$

بنابراین، شکل نهایی رابطه محاسبه ضریب بزرگی خواهد بود:

براساس رابطه شماره (۶)، مقدار ضریب بزرگی ( $I_c$ ) برای ایستگاه محاسبه شده و از آنجا که ضریب همبستگی ضریب بزرگی محاسبه شده برای ایستگاهها، با دما برابر ۰.۴۶- و با بارندگی برابر ۰.۴۲- بدست آمده، لذا بعنوان سومین عنصر، مورد استفاده واقع شده است.

نامگذاری طبقات بر اساس سه عنصر اصلی دما، بارش و ضریب بزرگی

لیتین‌اسکی بر اساس متوسط دما و مجموع بارش سالیانه مشاهده شده در ایستگاههای منتخب سطح زمین، دما و

بارش را به تفکیک به ۵ طبقه اصلی تقسیم می‌کند. سپس هر طبقه اصلی را با توجه به محدوده‌های فرعی دما و بارش، به سه زیر طبقه تقسیم نموده و برای هر زیر طبقه یا طبقه فرعی، یک اندیس مشخص می‌کند. در این تقسیم‌بندی، حد پایین سردترین طبقه دمایی و کم بارانترین طبقه بارشی با اندیس (-) و حد بالای گرمترین طبقه دمایی و پر باران‌ترین طبقه بارشی با اندیس (+) نمایش داده می‌شود. جزئیات تقسیم‌بندی دما و بارش در جدول شماره (۱) مشخص شده است. وی همچنین بر اساس ضرایب بزرگ محاسبه شده برای هر یک از ایستگاهها، ضریب مذکور را در سه طبقه اصلی و هر طبقه اصلی را به سه طبقه فرعی تقسیم‌بندی نموده است. در اینجا نیز مبنای اندیس‌گذاری، شبیه عملیاتی است که بدین منظور برای دما و بارش انجام شده است (جدول شماره ۲).

لازم به یادآوری است که در تقسیم طبقات فرعی سه عنصر اصلی دما، بارش و ضریب بزرگ، لیتین اسکی با استفاده از روشهای آماری سعی نموده است تا حتی الامکان تمام طبقات فرعی از ویژگی هم احتمال بودن برخوردار باشند؛ یعنی بر اساس فراوانی عناصر مذکور در جامعه آماری دما، بارش و ضریب بزرگ، هر طبقه فرعی در اشغال سطح زیر منحنی، سهمی تقریباً برابر با هر یک از طبقات فرعی دیگر داشته باشد.

#### بکارگیری شاخص‌های کمکی جهت جامعیت طبقه‌بندی

لیتین اسکی بمنظور ارائه یک طبقه‌بندی جامع‌تر، اقدام به استفاده از یک سری عناصر کمکی نموده است. این عناصر عبارت از «شاخص انطباق»<sup>(۱)</sup>، «تداوم فصل خشک» و همینطور «وضعیت تابش خورشید» می‌باشد. شاخص انطباق که با حرف (W) مشخص می‌شود، به نحوه تطابق بین تغییرات سالانه دما با تغییرات سالانه بارش می‌پردازد و عبارت از:

$$W = \frac{Ap}{P_{max}} \cdot R(T,P) \quad (V)$$

که W عبارت از شاخص انطباق، Ap دامنه نوسان بارش سالانه، Pmax بارش مرطوب‌ترین ماه و R(T,P) ضریب همبستگی بین دمای ماهانه و بارش ماهانه می‌باشد. مقدار (W) بین حداکثر (+۱) و حداقل (-۱) متغیر است و با توجه به مقدار (W) در هر ایستگاه، یکی از سه طبقه (-)، (±) و یا (+) برای آن در نظر گرفته می‌شود. طبقه (-) به معنای دریافت عمده بارش در دوره سرد سال می‌باشد و طبقه (±) بدین معناست که دریافت بارش، کم و بیش در سراسر ماههای سال توزیع می‌شود و ممکن است، حداکثر آن در بهار یا پاییز باشد. و بالاخره اگر ایستگاهی از نظر شاخص انطباق (W) در طبقه (+) قرار گیرد، مفهوم آن است که بارش، بیشتر در دوره گرم سال دریافت می‌شود. در مناطقی که دارای یک فصل خشک مشخص می‌باشند، مقدار (W) تقریباً برابر با ضریب همبستگی دما و بارش R(T,P) است (جدول شماره ۳). دومین شاخص کمکی در طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی، تداوم فصل خشک است. در این مورد کلاً چهار طبقه برای ایستگاههای سطح زمین بشرح ذیل در نظر گرفته شده است:

طبقه 0: بدون فصل خشک

طبقه 1: بین ۱ تا ۳ ماه خشک

طبقه 2: بین ۴ تا ۷ ماه خشک

جدول ۱ - جزئیات تقسیمات اصلی و فرعی طبقات دما و بارش به روش لیتین اسکی

نام عنصر	نام طبقه	محدوده طبقه اصلی	نمایه طبقه	محدوده طبقه فرعی	اندیس	ترکیب	تعریف
دما (سائتی‌گراد)	قطبی	$T < -6$	0	0-	-	0-	قطبی سرد
				00	0	00	قطبی
				01	1	01	قطبی نسبتاً گرم
	مجاور قطبی	$-6 \leq T < 4/5$	1	10	0	10	مجاور قطبی سرد
				11	1	11	مجاور قطبی
				12	2	12	مجاور قطبی نسبتاً گرم
	معتدل	$4/5 \leq T < 14$	2	21	1	21	معتدل سرد
				22	2	22	معتدل
				23	3	23	معتدل نسبتاً گرم
	مجاور حاره	$14 \leq T < 20$	3	32	2	32	مجاور حاره نسبتاً معتدل
				33	3	33	مجاور حاره
				34	4	34	مجاور حاره گرم
	حاره	$T \geq 20$	4	43	3	43	حاره نیمه گرم
44				4	44	حاره گرم	
4+				+	4+	حاره خیلی گرم	
بارش (میلی‌متر)	خشک	$P < 250$	0	0-	-	0-	خیلی خشک
				00	0	00	خشک
				01	1	01	خشک خفیف
	نیمه خشک	$250 \leq P < 450$	1	10	0	10	نیمه خشک سبباً خشک
				11	1	11	نیمه خشک
				12	2	12	نیمه خشک معتدل
	معتدل	$450 \leq P < 800$	2	22	1	22	معتدل نیمه خشک
				22	2	22	معتدل
				23	3	23	معتدل نیمه مرطوب
	نیمه مرطوب	$800 \leq P < 1350$	3	32	2	32	نیمه مرطوب خفیف
				34	3	34	نیمه مرطوب
				43	4	43	نیمه مرطوب نسبتاً مرطوب
مرطوب	$P \geq 1350$	4	43	3	43	مرطوب خفیف	
			44	4	44	مرطوب	
			4+	+	4+	خیلی مرطوب	

جدول ۲- تقسیمات اصلی و فرعی طبقات ضریب بزی با روش لیتین اسکی

عنصر	نام طبقه اصلی	محدوده طبقه اصلی	نمایه طبقه	محدوده طبقه فرعی	اندیس طبقه فرعی	ترکیب اصلی و فرعی	تعریف
ضریب بزی	بحری	$Ic < 27$	1	۰ - ۹	-	1-	خیلی بحری
				۹ - ۱۸	1	1 <sub>1</sub>	بحری
				۱۸ - ۲۷	2	1 <sub>2</sub>	بحری معتدل
	معتدل	$27 \leq Ic \leq 50$	2	۲۷ - ۳۵	1	2 <sub>1</sub>	معتدل بحری
				۳۵ - ۴۳	2	2 <sub>2</sub>	معتدل
				۴۳ - ۵۰	3	2 <sub>3</sub>	معتدل نسبتاً بزی
	بزی	$Ic > 50$	3	۵۰ - ۶۶	2	3 <sub>2</sub>	بزی خفیف
				۶۶ - ۸۳	3	3 <sub>3</sub>	بزی
				۸۳ - ۱۰۰	+	3+	خیلی بزی

## طبقه 3: بین ۸ تا ۱۲ ماه خشک

و بالاخره سومین و آخرین شاخص کمکی در طبقه‌بندی مذکور، وضعیت تابش خورشید در هر ایستگاه فرضی است که بر این اساس سه طبقه با توجه به نسبت ساعات آفتابی و مقدار دما مشخص می‌شود:

طبقه (1-): مقدار ساعات آفتابی ایستگاه بطور مشخصی کمتر از مقداری است که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود.

طبقه (0): مقدار ساعات آفتابی فاصله زیادی از آنچه که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود، ندارد.

طبقه (+1): مقدار ساعات آفتابی ایستگاه بطور مشخصی بیشتر از مقداری است که برای طبقه دمای ایستگاه انتظار می‌رود.

جهت روشن شدن هر چه بیشتر کلیات طبقه‌بندی لیتین اسکی، به دو مثال اشاره می‌شود:

۱- ایستگاه یزد در طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی بصورت 31-32-340 مشخص و خوانده می‌شود: مجاور حاره‌ای گرم، خیلی خشک، بزی خفیف که عمده بارش در فصل زمستان دریافت می‌شود و بیش از هشت ماه از سال خشک است و مقدار تابش دریافتی بیش از مقدار مورد انتظار برای طبقه‌بندی دمای ایستگاه است.

۲- ایستگاه انزلی در طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی بصورت 1-1±33432 مشخص و خوانده می‌شود: مجاور حاره، مرطوب خفیف، با درجه بزی معتدل که در تمام فصول، کم و بیش دارای بارندگی است و از یک ماه خشک برخوردار بوده و همینطور میزان تابش آن بطور مشخص، کمتر از مقدار مورد انتظار برای طبقه دمای آن است.

## مواد و روش‌ها

جهت طبقه‌بندی رقوم اقلیم ایران با روش لیتین اسکی، از داده‌های متوسط ماهانه و سالانه دما، بارش و میانگین

سالانه مقدار ساعات آفتابی در ۴۸ ایستگاه منتخب طی دوره آماری (۱۹۹۵-۱۹۶۶) استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده، از سالنامه‌های هواشناسی در طی دوره مذکور استخراج گردیده و جهت تجزیه و تحلیل و انجام محاسبات، وارد محیط نرم‌افزار SPSS شده است. سپس براساس روش لیتین‌اسکی، ابتدا طبقه دما و پس از آن طبقه بارش و نیز طبقه ضریب برّی با استفاده از دستورالعمل‌هایی که شرح آن رفت، برای هر یک از ایستگاهها مشخص گردیده است (برای تعیین مقدار و نیز طبقه ضریب برّی، از رابطه شماره ۶ استفاده شده است).

سپس مقدار شاخص انطباق یا حاصلضرب نسبت دامنه نوسان بارش مرطوبترین ماه در ضریب همبستگی بارش و دمای ماهانه، محاسبه و برای هر ایستگاه طبقه‌بندی شده است. جهت تعیین مقدار و تداوم فصل خشک، ابتدا با استفاده از نمودار آمبروترمیک، ماههای خشک مشخص گردیده و سپس تعداد ماههای خشک در هر ایستگاه طبقه‌بندی گردیده‌اند. در نهایت نیز اقدام به تعیین طبقات تابشی با استفاده از نسبت میان ساعات آفتابی و طبقه دمای هر ایستگاه شده است. بعد از تعیین طبقات شش‌گانه‌ای که شرح داده شد؛ طبقه رقومی مرکب هر ایستگاه که در بردارنده تمام خصوصیات اقلیمی آن ایستگاه خواهد بود، تعیین گردیده است.

#### یافته‌های تحقیق

یافته‌های این تحقیق در جدول شماره (۳) ارائه شده است. این جدول، در بردارنده مقادیر عناصر ششگانه مورد بررسی برای هر ایستگاه و همینطور طبقات حاصله، بشرح ذیل می‌باشد:

۱- دما: طبقات دمای ۴۸ ایستگاه مورد بررسی، در هفت طبقه فرعی و سه طبقه اصلی بین اقلیم مجاور حاره گرم تا اقلیم معتدل توزیع شده است. در این محدوده، سه ایستگاه دارای اقلیم معتدل، ده ایستگاه دارای اقلیم معتدل نسبتاً گرم، ده ایستگاه دارای اقلیم مجاور حاره‌ای نسبتاً معتدل، نوزده ایستگاه دارای اقلیم مجاور حاره‌ای، پنج ایستگاه دارای اقلیم مجاور حاره‌ای گرم، چهار ایستگاه دارای اقلیم حاره‌ای نیمه گرم و بالاخره هفت ایستگاه دارای اقلیم حاره‌ای گرم هستند (جدول شماره ۳، ستون سیزدهم clt).

۲- بارش: طبقات بارش ایستگاههای مورد بررسی، در پنج طبقه اصلی و یازده طبقه فرعی بین اقلیم خیلی خشک تا مرطوب خفیف در نوسان است. این طبقات بارشی یازده گانه در ایستگاههای مورد بررسی به ترتیب عبارتند از: خیلی خشک (۳)\*، خشک (۱۱)، خشک خفیف (۹)، نیمه خشک نسبتاً خشک (۳)، نیمه خشک (۱۰)، نیمه خشک معتدل (۱)، معتدل نیمه خشک (۵)، معتدل (۱۹)، نیمه مرطوب خفیف (۱۹)، نیمه مرطوب نسبتاً مرطوب (۲) مرطوب خفیف (۲) (جدول شماره ۳، ستون ۱۴ clp).



جدول ۳- داده‌ها و مراحل انجام طبقه‌بندی اقلیمی ایستگاههای منتخب

stations	preci	latitude	ranget	rangep	pmax	sunshi	temp	dsd	ww	correl	ic	clt	clp	clc	clw	cid	clin	finalcia
1 AHVAZ	242.0	31.33	24.84	55.81	55.81	2987	24.2	9	-93	-93	56.1	44	01	32	-	3	0	440132-30
2 BANDARABAS	179.1	27.22	16.39	52.57	52.57	3207	26.8	11	-85	-85	38.3	44	01	22	-	3	0	440122-30
3 BOOSHEHR	238.4	28.98	18.50	69.95	69.95	3229	24.2	9	-88	-88	42.3	44	01	22	-	3	0	440122-30
4 ABADAN	162.2	30.37	24.04	35.77	35.78	2951	25.1	10	-96	-96	55.8	44	00	32	-	3	0	440032-30
5 IRANSHAHR	110.5	27.20	24.76	26.12	26.12	3106	26.1	11	-67	-67	63.0	44	00	32	-	3	0	440032-30
6 CHABAHAR	116.2	25.28	11.30	32.96	32.96	3286	26.1	12	-86	-86	25.0	44	00	22	-	3	0	440022-30
7 BANDARLENCE	113.6	26.58	15.60	41.56	41.56	3316	26.1	11	-75	-75	36.7	44	00	22	-	3	0	440022-30
8 DEZFUL	392.4	32.40	24.77	92.54	92.54	2771	23.8	7	-96	-96	55.0	43	12	32	-	2	0	431232-20
9 TABASS	88.80	33.60	27.28	17.20	17.20	3176	21.4	11	-82	-82	59.9	43	00	32	-	3	1	430032-31
10 ZABOL	64.22	31.03	25.69	15.22	15.34	3209	21.8	12	-82	-83	59.4	43	0-	32	-	3	1	430-32-31
11 BAM	64.65	29.10	22.89	12.57	12.80	3343	22.3	12	-65	-66	54.5	43	0-	32	-	3	1	430-32-31
12 FASA	204.0	28.97	22.40	55.20	55.30	3247	19.2	8	-90	-90	53.3	34	01	32	-	3	1	340132-31
13 SEMNAN	167.0	35.55	34.32	28.50	30.10	3022	18.5	9	-77	-81	74.7	34	00	33	-	3	0	340033-30
14 KASHAN	139.3	33.98	33.30	26.70	26.80	2777	19.3	8	-86	-86	74.6	34	00	33	-	3	0	340033-30
15 ZAHEDAN	83.67	29.47	24.87	19.32	19.46	3147	18.6	10	-79	-80	59.5	34	00	32	-	3	1	340032-31
16 YAZD	66.26	31.90	26.14	15.17	15.17	3105	18.3	11	-84	-84	59.3	34	0-	32	-	3	1	340-32-31
17 ANZALI	1787	37.47	18.99	306.24	352.58	1890	16.2	1	-19	-22	35.3	33	43	22	+	1	-1	334322+1-1
18 BABOLSAH	921.2	36.73	18.88	143.27	163.97	2078	16.9	4	-49	-56	35.6	33	32	22	-	2	0	333222-20
19 GORGAN	593.5	36.95	20.13	59.55	76.38	1995	17.8	5	-63	-82	38.5	33	22	21	-	2	0	332221-20
20 KHORRAMABAD	523.2	33.48	23.74	88.98	89.11	2959	17.0	6	-96	-96	50.9	33	21	32	-	2	0	332132-20
21 SABZVAR	200.2	36.22	26.90	38.00	38.43	3332	17.2	8	-84	-85	55.6	33	11	32	-	3	1	331132-31
22 SHIRAZ	325.2	29.60	23.30	81.15	81.15	3375	17.4	8	-91	-91	64.9	33	11	32	-	3	0	331132-30
23 TEHRAN	244.5	35.68	27.24	46.17	46.95	2933	17.1	7	-90	-91	57.1	33	01	32	-	2	0	330132-20
24 ESFAHAN	120.2	32.62	32.82	20.32	20.32	3258	17.0	9	-86	-86	75.7	33	00	33	-	3	1	330033-31
25 BIRJAND	170.6	32.87	23.45	35.87	35.91	3219	16.3	8	-80	-80	50.9	33	00	32	-	3	1	330032-31
26 RASHT	1425	37.32	18.70	180.37	223.84	1667	15.8	1	-38	-47	34.7	32	43	32	-	1	-1	324332-1-1
27 ASTARA	1225	38.42	20.20	196.60	234.40	1708	14.9	1	-02	-02	37.4	32	34	22	+	1	-1	323422+1-1
28 RAMSAR	1234	36.90	17.65	210.30	240.10	1634	16.0	1	-04	-04	33.0	32	34	21	+	1	-1	323421+1-1
29 KERMANSHAH	486.6	34.32	25.60	85.93	86.25	2930	14.1	5	-92	-92	54.6	32	21	32	-	2	0	322132-20

اسماء جدول (3)

stations	preci	latitude	ranget	rangap	pmax	sunshl	temp	ded	ww	correl	lc	cil	clip	cllc	clw	cid	cin	finacta
30 OROMIEH	368.0	37.53	23.40	56.78	60.53	2784	14.7	5	-53	-56	45.7	32	11	23	-	2	0	321132-20
31 TORBAT	286.8	35.27	25.66	53.14	53.38	3068	14.7	7	-79	-79	53.6	32	10	32	-	2	0	321032-20
32 MASHHAD	273.6	36.27	24.61	56.24	56.90	2955	14.0	7	-75	-76	49.9	32	10	23	-	2	0	321023-20
33 KARAJ	200.0	35.72	28.20	42.10	43.10	2950	14.6	6	-56	-57	59.4	32	01	32	-	2	0	320132-20
34 SHAHROOD	177.0	36.42	24.10	29.35	30.71	3018	14.2	7	-60	-63	48.5	32	01	23	-	2	0	320123-20
35 KERMAN	144.5	30.25	22.56	35.00	35.31	3104	15.5	8	-75	-76	51.9	32	00	32	-	3	1	320032-31
36 SANANDAJ	493.9	35.23	24.25	87.96	88.41	2926	13.5	4	-91	-91	50.2	23	21	32	-	2	0	232132-20
37 SAGHEZ	540.3	35.25	27.39	85.20	88.18	2648	11.3	4	-77	-81	56.7	23	21	32	-	2	0	232132-20
38 MAHABAD	471.4	36.77	27.45	71.20	73.20	2779	11.9	4	-77	-79	56.3	23	21	32	-	2	0	232132-20
39 SHAHROOD	332.0	32.32	25.55	59.80	59.82	3035	12.2	6	-95	-95	57.1	23	11	32	-	2	0	231132-20
40 ZANJAN	319.4	36.68	27.02	46.98	49.20	2650	11.2	5	-67	-70	55.3	23	11	32	-	2	0	231132-20
41 QAZVIN	324.3	36.25	25.79	51.34	52.43	2885	13.7	5	-83	-85	52.8	23	11	32	-	2	0	231132-20
42 ARAK	344.4	34.10	28.14	54.49	54.97	2779	13.8	6	-88	-89	61.4	23	11	32	-	2	0	231132-20
43 KHOY	322.6	36.55	26.77	56.10	62.40	2101	11.7	4	-19	-21	52.7	23	11	32	+	2	0	231132+20
44 TABRIZ	295.3	38.13	28.70	46.54	50.05	2858	12.4	5	-46	-50	57.7	23	10	32	-	2	0	231032-20
45 MOSHIRAN	240.6	38.70	21.62	24.00	31.98	2200	13.2	6	.06	.08	40.5	23	01	22	+	2	0	230122+20
46 HAMEDAN	321.8	35.20	28.73	51.92	52.32	2760	10.9	5	-86	-87	61.3	22	11	32	-	2	0	221132-20
47 ARDABIL	328.6	38.25	21.39	44.63	50.37	2346	9.0	4	-33	-37	40.3	22	11	22	-	2	0	221122-20
48 SARAB	216.7	37.93	25.90	37.80	39.60	2725	8.1	5	-21	-22	51.3	22	01	32	+	2	0	220132+20

۳- ضریب بژی: از نظر ضریب بژی، ایستگاهها در دو طبقه اصلی و پنج طبقه فرعی قرار گرفته‌اند. توزیع این ویژگی در بین ایستگاهها بدین ترتیب است: معتدل بحری (۲)، معتدل (۹)، معتدل نسبتاً بژی (۳)، بژی خفیف (۳۱)، بژی (۳). جزئیات ایستگاهها در جدول شماره ۳، ستون ۱۵ (clic) قابل مشاهده است.

۴- شاخص انطباق: از نظر شاخص انطباق، کلاً دو طبقه در بین ایستگاهها متمایز است. بدین ترتیب که ۴۲ ایستگاه دارای شاخص منفی (-) (یعنی عدم انطباق دوره افزایش بارش و دوره افزایش دما) می‌باشند و ۱۶ ایستگاه از توزیع بارش در تمام ماههای سال با تمرکز بارش در پاییز یا بهار برخوردارند (جدول شماره ۳، ستون ۱۳ clw)

۵- تداوم فصل خشک: دوره تداوم فصل خشک در ایستگاهها، بین یک تا یازده ماه در نوسان می‌باشد. از این نظر، ایستگاهها در سه طبقه جای گرفته‌اند: طبقه (۱) شامل ایستگاه با تداوم ۱ تا ۳ ماه، طبقه (۲) شامل ۲۴ ایستگاه با تداوم ۴ تا ۷ ماه و طبقه (۳) شامل ۲۰ ایستگاه با تداوم ۸ تا ۱۲ ماه (جدول شماره ۳، ستون ۱۷ clid).

۶- وضعیت تابش: از نظر وضعیت تابش، هر سه طبقه پیشنهادی لیتین اسکی در بین ایستگاههای مورد بررسی قابل مشاهده است: ۴ ایستگاه در طبقه (۱-) قرار گرفته‌اند؛ یعنی مقدار ساعات آفتابی کمتر از مقدار مورد انتظار برای طبقه دما دارند. ۳۴ ایستگاه وضعیت طبیعی دارند و ۱۰ ایستگاه مقدار ساعات آفتابی بیش از مقدار مورد انتظار برای طبقه دما را دارند (جدول شماره ۳، ستون ۱۸ cln).

جدول شماره (۳)، جزئیات طبقات اختصاص یافته به ویژگیهای اقلیمی هر ایستگاه را نشان می‌دهد. این جدول کلاً از ۱۹ ستون تشکیل شده که به ترتیب از سمت چپ، شامل نام ایستگاههای مورد مطالعه، متوسط مجموع بارش سالیانه، عرض جغرافیایی، دامنه نوسان سالانه دما، دامنه نوسان سالانه بارش، بارش مرطوب‌ترین ماه، متوسط مجموع ساعات آفتابی سالیانه، متوسط دمای سالیانه، تعداد ماههای خشک، شاخص انطباق، ضریب همبستگی دما و بارش ماهیانه، ضریب بژی، طبقه دما، طبقه بارش، طبقه ضریب بژی، طبقه شاخص انطباق، طبقه تداوم فصل خشک، طبقه وضعیت تابش و بالاخره طبقه ترکیبی - رقومی اقلیم هر ایستگاه می‌شود.

### بحث و نتیجه‌گیری

بر اساس روش طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی، مجموع ایستگاههای مورد بررسی (۴۸ ایستگاه) کلاً در ۳۸ طبقه جای می‌گیرند که نسبت به طبقه‌بندیهای دیگر که بر روی ایستگاههای اقلیمی ایران انجام گرفته، از تنوع بسیار قابل توجهی برخوردار است. این مسئله (تنوع زیاد) به همراه قابلیت رقومی، از جمله ویژگیها و مزیت‌های روش طبقه‌بندی اقلیمی لیتین اسکی می‌باشد. نظری به ارقام ستون آخر جدول شماره (۴)، این ویژگی را بخوبی نمایش می‌دهد. بعنوان مثال، هفت ایستگاه اهواز، بندر عباس، بوشهر، آبادان، ایرانشهر، چابهار و بندر لنگه از نظر دما، همگی در یک طبقه (حاره‌ای گرم) قرار می‌گیرند؛ اما از نظر بارش، دز دو طبقه خشک (اهواز، بندر عباس و بوشهر) و خیلی خشک (آبادان، ایرانشهر، چابهار و بندر لنگه) واقع می‌شوند. همچنین در مورد ضریب بژی، ایستگاههای اهواز، آبادان و ایرانشهر در یک طبقه (بژی معتدل) و چهار ایستگاه بعدی در طبقه دیگر (معتدل) قرار دارند. دو طبقه اخیر، بخوبی ایستگاههای ساحلی را از ایستگاههای درون خشکی متمایز می‌کند. و بالاخره اینکه، این هفت ایستگاه در ویژگیهای دیگر اقلیمی نظیر شاخص انطباق، تداوم فصل خشک و وضعیت تابش همسان هستند. یادآوری می‌شود که بیشترین تنوع طبقات، متعلق به عنصر بارش می‌باشد که با توجه به موقعیت ایران و ویژگی عنصر بارش، این تنوع، نوسان قابل توجه مکانی بارش را نمایان

می‌سازد. حالت اخیر در شرایطی است که این کار بر پایه داده‌های نقطه‌ای انجام گرفته باشد و اگر داده‌های نقطه‌ای به داده‌های پهنه‌ای تعمیم داده شود، از تنوع بسیار بیشتری برخوردار شد. در خاتمه اشاره می‌شود که جهت استفاده از ستون آخر جدول شماره (۴) تأکید بر آن است که دو رقم اول، طبقه دما دو رقم بعدی، طبقه بارش دو رقم سوم طبقه ضریب برّی و علامت ( $\pm$ ) ضریب انطباق و رقم یکی مانده به آخر طبقه تداوم فصل خشک و نیز رقم آخر، طبقه وضعیت تابش را نمایش می‌دهد.

## منابع و مآخذ

- ۱- سازمان هواشناسی کشور، سالنامه هواشناسی (۹۵-۱۹۶۶)، تهران.
- ۲- عزیزی، قاسم، (۱۳۷۹) بهینه‌بندی اقلیم شمالغرب ایران به روش لیتین اسکی و با استفاده از GIS، طرح پژوهشی، معاونت پژوهشی دانشگاه تهران.
- ۳- فریفته، جمشید، (۱۳۶۶) سیستمهای طبقه‌بندی اقلیمی، بیابان - نشریه مرکز تحقیقات مناطق کویری و بیابانی ایران، دانشگاه تهران.
- 4- Budyko, M.I. (1963), Atlas Tjeplovego Balaza Zemnogo chara; Ed. CGO, Leningrad.
- 5- Conrad, V. et Pollak, L.W. (1950), Methods in climatology, Ed. Harvard university Press, Cambridge.
- 6- Houghton, J.T., et al., Eds W.M.O., (1990), Climate Change: The IPCC Scientific assessment. cambridge: Cambridge university press.
- 7- London, J., (1957): A study of the atmospheric heat balans; Ed. N.U. university, Department of meteorolog and oceanology.
- 8- okotowicz, W. Klimatologia ogolna; Ed. P.W.N., Warszawa, (1969).
- 9- W.M.O. (1983), The numerical classification of the world's climats. By Joseph K. Litynski.