ترجمه : فرهاد شهداد
عضو هیأت علمی گروه جغرافیا
دانشگاه پیام نور

کاربرد تکنیک نمودارهای خطی در جغرافیا

(قسمت اول)

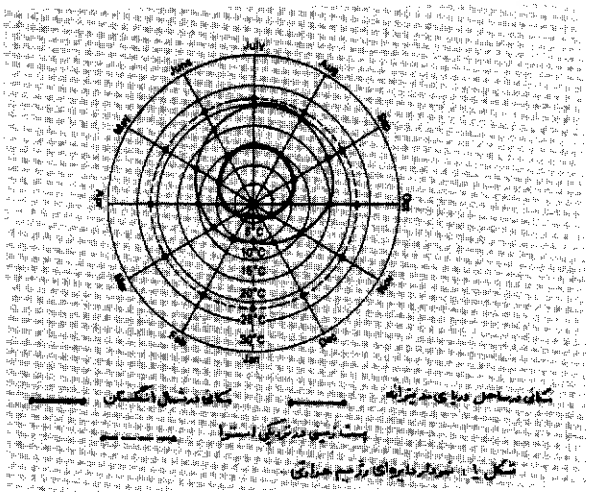
مقدمه :

هر علمی برای نمایان ساختن محصول پژوهشها و مطالعات خود از ابزاری استفاده می‌کند. جغرافیا نیز از این قاعده مستثنی نیست. مدتهای طولانی، جغرافیا مفهومی آمیخته بازبان فضایی (نقشه) داشت و امروزه هم چنین است. لیکن درکنار بهره گیری از انواع نقشه‌ها برای بیان مفاهیم جغرافیایی و ایجاد ارتباطات فضایی بین پدیده‌ها، طیف وسیعی از نمودارهای موضوعی باماهیت‌های متفاوت مورد استفاده قرار می‌گیرد. بمنظور آشنایی باکاربرد انواع نمودارهای خطی در مطالعات جغرافیایی، اقدام به‌ترجمه متن حاضر گردید. این متن تکنیک‌های عملی و مهارتهای تهیه و تدوین انواع نمودارهای خطی را بیان داشته و از رویکردی روشن و گام‌به‌گام در نمایش داده‌ها و تحلیل و تفسیر و کاربرد جغرافیایی آنها برخوردار است.

ویژگیها :

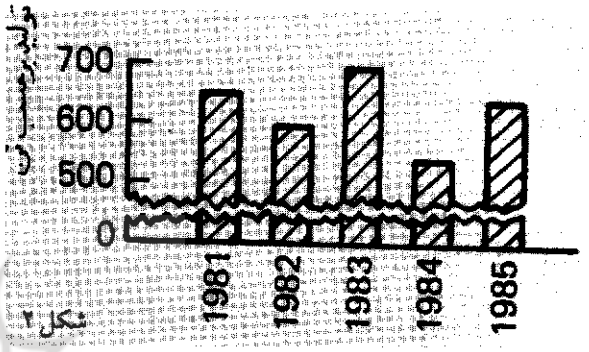
نمودار خطی[1] ساده چگونگی تغییر متغیری را نسبت به‌متغیر دیگری که معمولاً زمان است نشان می‌دهد. درشکل ۱ نمودار دایره‌ای ارائه شده است. این نمودار درواقع نوعی نمودار خطی تلقی می‌شود که درآن رابطهٔ چگونگی تغییرات درجه‌حرارت باماههای سال نشان داده شده است. خط درون اینگونه نمودارها از اتصال نقاط تعیین شده باتوجه به‌مقیاسی درمحیط دایره و مقیاس دیگری درامتداد خط منشعب از مرکز دایره بدست می‌آید. درمقاله حاضر صرفاً به‌بررسی نمودارهایی پرداخته می‌شود که محور X آن افقی و محور Y قائم است. محور X به‌مقادیر متغیر مستقلی اختصاص دارد که بطور پیوسته تغییر می‌کند. محور Y مقادیر متغیر وابسته را که اغلب بطور نامرتب تغییر می‌کند نشان می‌دهد، این محور بامقادیر واقعی یا درصدی متغیرها تقسیم‌بندی می‌شود. ازجمله متغیرهایی که درمحور Y قرار می‌گیرد، مجموع جمعیت، میزان واردات و صادرات، مقدار تولید انواع کالاها و درجه حرارت و امثالهم است. برای مثال برروی نمودار می‌توان درجه حرارت (متغیر وابسته) را دربرابر ماههای سال، ارتفاع و یاعرض جغرافیایی (متغیرهای مستقل) نشان داد. مقیاس قائم معمولاً از صفر شماره‌گذاری می‌شود. دراین صورت چنانچه درامتداد محور Y فاصلهٔ زیادی بین صفر و پائین‌ترین عدد مربوط به‌متغیر ایجاد شود می‌توان اقدام به‌بریدن مقیاس قائم کرد. (شکل ۲)

شکل ۱



شکل ۱ : نمودار دایره‌ای رژیم حرارتی

در طراحی نمودار خطی توجه بیشینه مقدار متغیر وابسته (محور Y) ضروری است تا داده‌ها بطور شایسته و آراسته در امتداد محور قائم نشان داده شود. ضروری است که روی محور Y تاحد ممکن مقادیر به‌صورت اختصاری نوشته گردد. مثلاً به‌جای نوشتن ارقام بزرگی مانند ۱۰۰۰,۰۰۰، ۲۰,۰۰۰,۰۰۰ و ۳۰,۰۰۰,۰۰۰ بهتر است که «میلیون» در بالای مقیاس قائم نوشته شده و مقادیر اختصاری به‌صورت ۲۰ و ۳۰ در محل مناسب روی محور قرار داده شود. با توجه به ملاحظات ذکر شده، هر مقدار X با توجه به مقدار نظیر Y آن بصورت مجموعه‌ای از نقاط در درون نمودار پیاده شده و در نهایت نقاط حاصله با خطوط مستقیم یا تاحدی هموار بهم متصل می‌گردد.



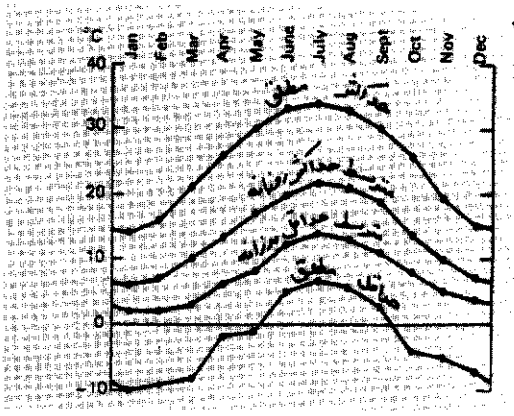
شکل ۲

ترسیم نمودار خطی ساده:

ساخت و ترسیم نمودارهای خطی امری ساده است. برای این منظور کافی است تا مجموعه‌ای از نقاط با توجه به مقادیر Y و X در موقعیت‌های صحیح روی صفحه نمودار پیاده شده و سپس خطوط مستقیمی بین نقاط مجاور کشیده شود.

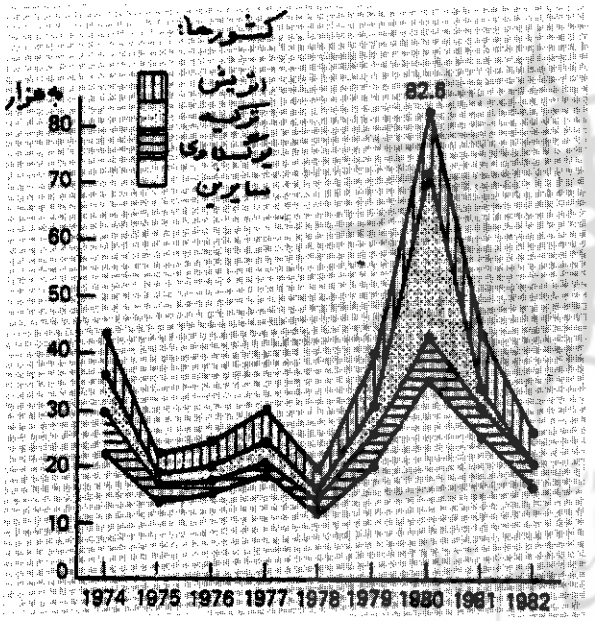
شکل ۳ نمونه‌ای از یک نمودار چندخطی[۲] یا پلی گراف[۳] را نشان می‌دهد. درشکل مزبور چهار مقدار متفاوت درجه حرارت برای هر ماه نمایش داده شده است. در مقایسه با نمودار تک خطی که فقط میانگین ماهانه را نشان می‌دهد، چنین نموداری سریعاً اطلاعات زیادی درباره رژیم حرارتی فراهم می‌سازد. این نوع داده‌ها را می‌توان روی نمودار دایره‌ای نیز نمایش داد. (شکل ۱)

شکل ۳



در شکل ۴ نمودار خطی مرکب[۴] تصویر شده است. این نمودار علاوه بر نمایش مجموع مهاجرت کارگران خارجی به آلمان غربی[۵]، جزئیاتی درباره کشور مبدأ کارگران نیز ارائه می‌کند. در مقایسه با نمودار چندخطی، ترسیم نمودارهای خطی مرکب نسبتاً مشکل‌تر است. نه‌تنها اندازه‌های تعیین‌شده روی محور قائم بایستی برای هریک از موارد مورد بررسی (یعنی برای استرالیا، ترکیه و...) دقت لازم را داشته باشد بلکه همچنین مجموع تمامی آنها می‌باید برابر با کل تعداد مهاجرین در هر سال باشد. احتمالاً روش ساده‌تر آن است که ابتدا گروهی که مکان پائین‌تری در نمودار اشغال می‌کند (یعنی گروه سایرین) ترسیم گردد. در مرحلهٔ بعدی مقداری باید روی نمودار ترسیم شود که مجموع مقادیر گروه سایرین و یوگسلاوی را نشان می‌دهد. سپس مجموعه‌های دیگر برای گروه سایرین، یوگسلاوی و ترکیه و سرانجام مجموع کل می‌باید روی نمودار پیاده شود.

شکل ۴



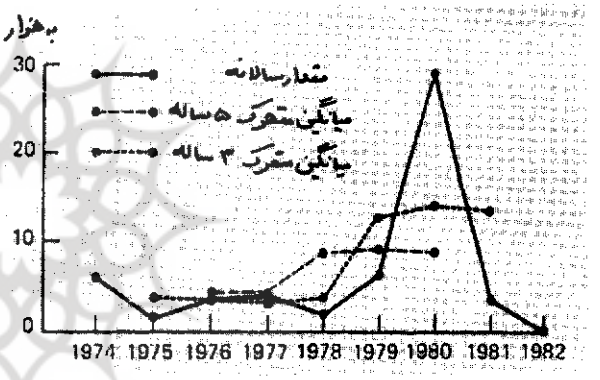
هموارسازی[۶] نمودارخطی

در نمودارهای خطی ساده گاهی اوقات افت و خیزهای تندی مشاهده می‌شود. نمونهٔ این وضع، وجود نقطهٔ اوجی در میزان مهاجرت کارگران ترک در سال ۱۹۸۰ به آلمان غربی است. وقوع تغییراتی در مقدار تولید سالانه کالاها یا دگرگونیهای نابهنگام درجه حرارت ماههای مختلف سال می‌تواند نوسانهای تندی در نمودار ایجاد کند. وجود چنین تغییراتی، شناسایی روند کلی مقادیر را در درازمدت با مشکل روبرو می‌سازد. هموارسازی تغییرات مزبور با استفاده از میانگین‌های متحرک[۷] باعث می‌شود ماهیت دگرگونیها دقیق‌تر و صحیحتر نمایان گردد. تکنیک هموارسازی مستلزم تعیین مجموع متحرک و سپس محاسبه میانگین متحرک برای سالهایی است

که در یک گروه قرار می‌گیرد. (یعنی گروه سالهای متداخل). میانگین متحرک به‌دست آمده برای سال میانی هر گروه منظور می‌شود. بنابراین مقدار میانگین متحرکی که در برابر هر سال نوشته شده، مقدار میانگین همان سال و سالهای مجاور است.

شکل ۵ نمودار خطی مقدار سالانه مهاجرت کارگران ترک به‌آلمان غربی و دو نمونه میانگین متحرک محاسبه شده برای آن را به‌تصویر می‌کشد. جدول ۱ چگونگی محاسبه میانگین متحرک را نشان می‌دهد. بمنظور محاسبه میانگین متحرک ۳ ساله، مقادیر و داده‌های موجود به گروههای متداخل ۳تایی تقسیم و برای هر یک از گروههای حاصله، مجموع متحرک محاسبه می‌شود. با تقسیم مجموع متحرک بر عدد سه، میانگین متحرک به‌دست می‌آید. میانگین مزبور برای سال میانی گروه سه‌عضوی منظور می‌شود. جدول ۱ همچنین نحوهٔ محاسبه میانگین متحرک ۵ ساله را با تقسیم هر مجموع متحرک بر عدد پنج نشان می‌دهد.

شکل ۵



سال	میانگین متحرک ۳ ساله: مجموع متحرک	میانگین متحرک	میانگین متحرک ۵ ساله: مجموع متحرک	میانگین متحرک
1974				
1975				
1976	10.7	3.6		
1977	7.9	2.6		
1978	7.8	2.5		
1979	10.5	3.5		
1980	36.4	12.1		
1981	38.5	12.8		
1982	33.2	11.1		
1976			15.5	3.1
1977			15.1	3.0
1978			42.3	8.5
1979			43.3	8.7
1980			40.1	8.1

6.1	2.0	2.6	3.3	1.5	5.7	29.2	3.6	0.4	
6.1	2.0	2.6							
	2.0	2.6	3.3						
		2.6	3.3	1.5					
			3.3	1.5	5.7				
				1.5	5.7	29.2			
					5.7	29.2	3.6		
						29.2	3.6	0.4	
6.1	2.0	2.6	3.3	1.5					
	2.0	2.6	3.3	1.5	5.7				
		2.6	3.3	1.5	5.7	29.2			
			3.3	1.5	5.7	29.2	3.6		
				1.5	5.7	29.2	3.6	0.4	

جدول ۱: شیوه محاسبه میانگین متحرک ۳ و ۵ ساله

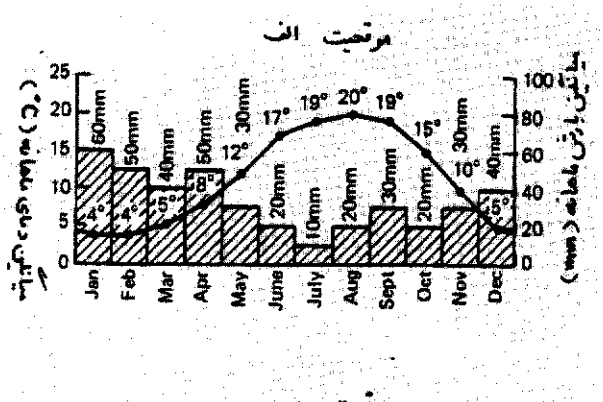
جدول ۱

با ترسیم میانگین‌های متحرک در روی نمودار، ملاحظه می‌شود که مهاجرت ناگهانی کارگران ترک در سال ۱۹۸۰ تا اندازه‌ای هموار شده است. بنابراین، میانگین متحرک روند در از مدت داده‌ها را بهتر به‌تصویر می‌کشد. شکل ۵ همچنین نشان می‌دهد که میانگین متحرک ۵ ساله در مقایسه با میانگین متحرک ۳ ساله، میزان مهاجرت سال ۱۹۸۰ را به‌شکل مؤثرتری هموار ساخته است. درواقع، میانگین متحرک ۵ ساله کاهش جزئی در میزان مهاجرت از سال ۱۹۷۹ تا ۱۹۸۰ نشان می‌دهد. این وضع را کاهش شیب نمودار مهاجرت ترک‌ها در سال ۱۹۸۱ و ۱۹۸۲ تأیید می‌کند. لازم به‌یادآوری است که مقادیر مهاجرت سالهای ۸۲ و ۱۹۸۱ در محاسبه میانگین متحرک سال ۱۹۸۰ دخیل بوده است و بروز کاهش جزئی در میزان مهاجرت سال ۱۹۸۰ با استفاده از میانگین متحرک ۵ ساله، ناشی از همین امر است. بنابراین، یکی از مشکلات استفاده از میانگین متحرک آن است که این نوع میانگین بروز افزایشی در مقدار داده‌ها در یک سال خاص را به‌صورت کاهش در زمان طولانی‌تر نشان می‌دهد. مشکل دیگر کاربرد میانگین متحرک آنست که به‌موازات افزایش سالهای هر گروه، در هرانتهای توالی زمانی سالهای بیشتری فاقد میانگین متحرک خواهد بود. در جدول ۱ با محاسبه میانگین متحرک ۵ ساله، سالهای ۷۵ـ۱۹۷۴ و ۸۲ـ۱۹۸۱ فاقد مقدار میانگین متحرک است.

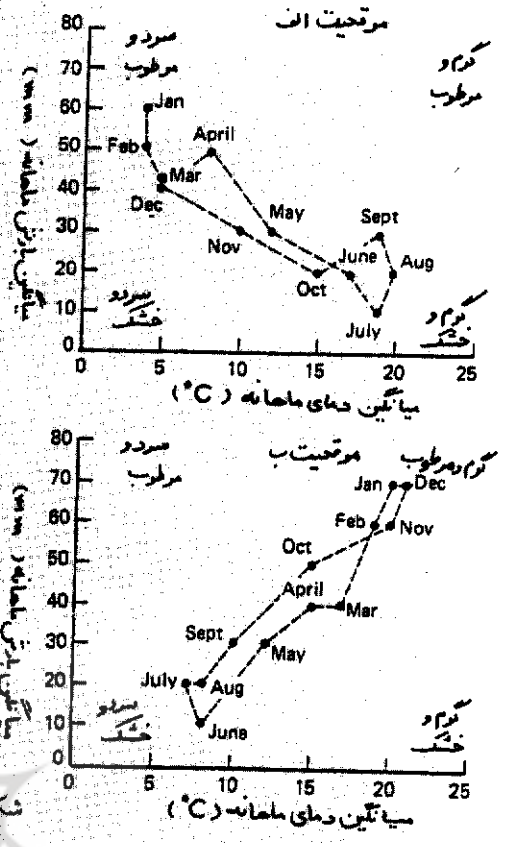
ترکیب دو نمودار خطی

در موارد خاصی می‌توان دو نمودار خطی جدا از هم را با هم ترکیب نمود و نمودار جدیدی ساخت که خصایص هر دو پدیده را نشان دهد. بعضاً اینگونه نمودارها به‌پژوهشگر امکان می‌دهد روابط بین داده‌ها را که در دو نمودار خطی جدا از هم به‌سادگی قابل تشخیص نیست، شناسایی و تحلیل نماید. در علم جغرافیا از تکنیک اخیرالذکر بیشتر در داده‌های مربوط به‌سریهای زمانی[8] استفاده می‌شود. در اینصورت، محور افقی نمودار مختص مقادیر زمانی مانند سال یا ماه و محور قائم نمایانگر متغیر منفرد مانند میانگین درجه‌حرارت، متوسط بارندگی یا میزان موالید و مرگ و میر است. در نمودارهای اقلیمی که متوسط ماهانه دما و بارندگی را نشان می‌دهد هدف اصلی تأکید بر روابط موجود میان متوسط ماهانه درجه حرارت و بارندگی به‌صورت ترکیبی است تا نمایش روابط جداگانه‌ای که هریک از عناصر مزبور با ماههای سال دارد. چنانچه میانگین ماهانه درجه‌حرارت در محور افقی و میانگین ماهانه بارش در محور قائم نمودار پیاده شود شناخت روابط ترکیبی ساده‌تر خواهد بود، در اینصورت ماههای سال در داخل نمودار و در محل تلاقی مقادیر متوسط بارش و درجه حرارت هر ماه نوشته می‌شود.

شکل ۶ نمودارهای اقلیمی در موقعیّت الف و ب را نشان می‌دهد. در شکل مزبور، اطلاعات مفیدی درباره رابطهٔ میانگین ماهانه درجه حرارت و متوسط ماهانهٔ بارش در طول سال ارائه گردیده است. شکل ۷ اطلاعات مربوط به‌شکل ۶ را با شکل فشرده‌تر دو نمودار خطی یعنی با نموداری بنام هیتوگراف[9] نشان می‌دهد. در مطالعات مقایسه‌ای کاربرد این نوع نمودارها نسبت به‌نمودارهای

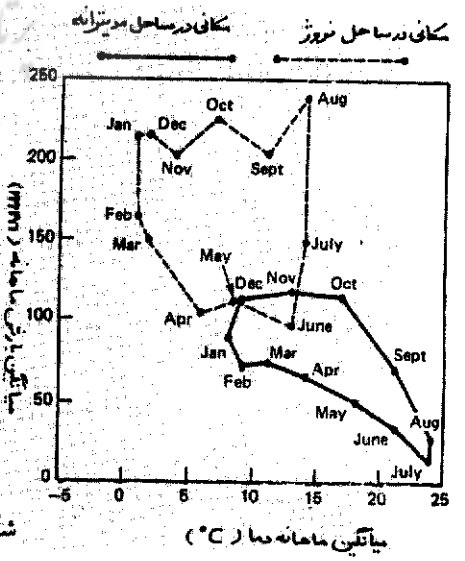


شکل ۶



شکل ۷

شکل ۶ مناسبتر و ساده‌تر است. به‌این ترتیب نیازی نیست که برای هر موقعیت یک نمودار ترسیم شود. درهیتروگراف ترسیم دویا سه یاچند مجموعه از میانگین‌های ماهانه عناصر اقلیمی مربوط به‌موقعیت‌های مختلف بر روی یک نمودار امکان‌پذیر است. شکل ۸ تفاوت میان اقلیم موقعیت ساحلی واقع در دریای مدیترانه و موقعیتی در ساحل نروژ را بوضوح نشان می‌دهد. دریک نگاه می‌توان بردامنه نسبی متوسط ماهانه دما و بارش دردو موقعیت مورد نظر اشراف یافت، همچنین می‌توان مقایسه‌هایی باجزئیات بیشتر و سهلتر انجام داد. چنین مقایسه‌هایی می‌تواند نتایج جالب توجهی دربرداشته باشد مثلاً اقلیم ساحل مدیترانه و ساحل نروژ در ماههای دسامبر و مه مشابهت نشان می‌دهد. (شکل ۸) البته می‌توان بدون ایجاد آشفتگی، خط سومی به‌نمودار شکل ۸ اضافه نمود.



شکل ۸

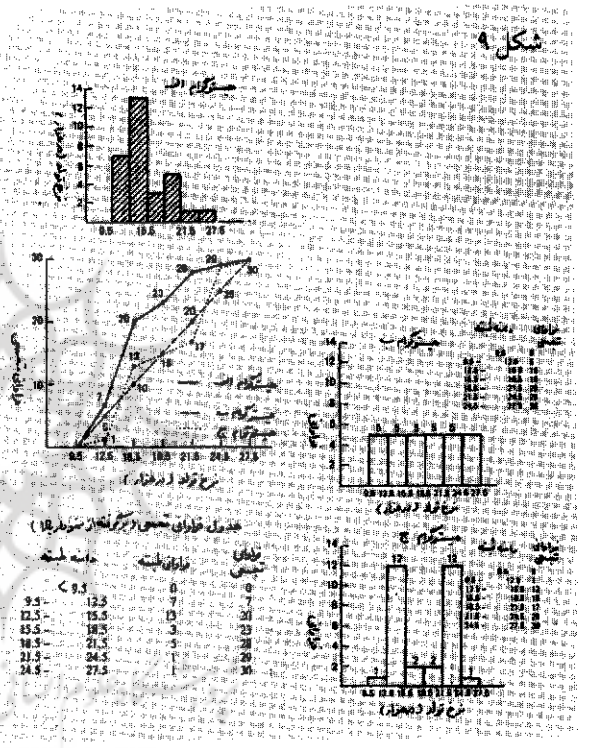
نمودارهای خطی تجمعی[10]

عموماً نمودار خطی تجمعی تعداد موارد یا مقادیری را که از سطح خاصی بزرگتر یاکوچکتر است نشان می‌دهد. از جمله انواع نمودارهای خطی تجمعی می‌توان از اوجیو[11] نام برد. اوجیو نموداری است که فراوانی تجمعی یک توزیع را نشان می‌دهد. فراوانی تجمعی عبارت از مجموع فراوانیهای مطلق آن گروه و گروههای پائین‌تر از آن است. برای ساخت اوجیو باید ابتدا فراوانی تجمعی را برای داده‌های موجود محاسبه نمود. درنمودار مقادیر کرانه‌های طبقات روی محور X قرار می‌گیرد و محور Y مختص فراوانی تجمعی خواهد بود. درمرحله بعد، فراوانی تجمعی هر طبقه برروی نمودار پیاده می‌شود تانقاط لازم به‌دست آید و سپس نقاط مجاور بهم متصل می‌گردد. (شکل ۹)

شکل اوجیو یک توزیع وابسته به‌شکل نمودار هسیتوگرام[12] یابافت نمای آن است، هنگامی که درنمودار هیستوگرام فراوانی یکی

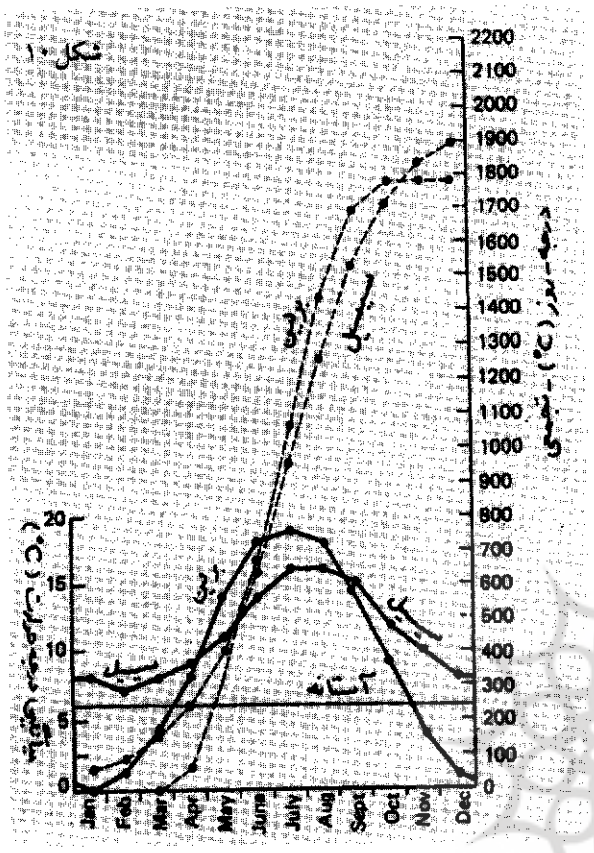
از طبقات خیلی زیاد باشد اوجیو نیز شیب تندی پیدا می‌کند. این وضع را در اوجیو رسم شده برای هیستوگرام الف (بین مقادیر موالید ۱۵/۵ـ۱۲/۵) می‌توان رویت کرد. از طرف دیگر انتهای فوقانی اوجیو مزبور یک خط تقریباً افقی است و نشان می‌دهد که فراوانی این طبقات خیلی کوچک است. هیستوگرام ب در شکل ۹ توزیع مستطیل شکلی را مصور می‌سازد که در آن تمامی طبقات میزان موالید از فراوانی همسانی برخوردار است. اوجیوی که برای اینگونه داده‌ها رسم می‌شود به صورت یک خط مستقیم خواهد بود. در هیستوگرام ج فراوانی طبقات تفاوتهای زیادی را نشان می‌دهد، بنابراین اوجیو آن به شکل زیگزاگ درآمده است.

شکل ۹



از نمونه‌های مهم نمودار خطی تجمعی نموداری است که با استفاده از درجه حرارت تراکمی ساخته می‌شود. (شکل ۱۰) این نمودار با اصول مشابه رسم اوجیو و با توجه به رابطه‌ای که بین دما و رویش گیاهی وجود دارد ترسیم می‌گردد. شکل ۱۰، میانگین درجه‌حرارت روزانه هر ماه از سال را در برلین و سیسیل نشان می‌دهد. همانطور که انتظار می‌رود با توجه به موقعیت نسبی، از ماه مه تا اوت، درجه حرارت برلین بیشتر از سیسیل بوده و از سپتامبر تا آوریل سال بعد سیسیل گرمتر از برلین است. طول فصل رشد گیاهان به درجه حرارت وابسته است. بمنظور تعیین طول فصل رشد دمای ۶ درجه سلسیوس به عنوان درجه حرارت آستانه انتخاب شده است زیرا که در بالاتر از این دما، بسیاری از گیاهان شروع به رشد می‌کنند. در نمودار شکل ۱۰، خط آستانه در محل دمای ۶ درجه رسم شده است. با استفاده از نمودار می‌توان درجه حرارت تراکمی بالاتر از حد آستانه را محاسبه کرده و سپس فصل رشد در برلین و سیسیل را مقایسه نمود.

شکل ۱۰



برای ترسیم نمودار تراکمی اقلیمی لازم است پارامتر درجه ـ روز[۱۳] برای هر ماه محاسبه شده و با توجه به محور سمت راست نمودار مقادیر تجمعی آن روی نمودار پیاده شود. به‌منظور محاسبه مجموع ماهانه درجه ـ روز، بایستی میزان آستانه یعنی ۶ درجهٔ سلسیوس از درجه حرارت متوسط روزانه کسر گردیده و نتیجه حاصله در تعداد روزهای آن ماه ضرب شود. در جدول ۲ محاسبات لازم برای تعیین درجه ـ روز در برلین و سیسیل ارائه شده است. مثلاً میانگین روزانه درجه حرارت ژانویه در سیسیل ۸ درجه سلسیوس است که از آن، ۶ درجه، یعنی میزان آستانه کسر شده و ۲ درجه سلسیوس باقی مانده است که این عدد بایستی در ۳۱ (تعداد روزهای ماه ژانویه) ضرب شود تا عدد ۶۲ درجه ـ روز به‌دست آید. در مرحله بعد روی نمودار مربوط به‌سیسیل میزان درجه ـ روز حاصله در محل اختصاص یافته به ماه ژانویه پیاده می‌شود. این محاسبات برای تمام ماههای سال در سیسیل و برلین انجام شده است. (به‌جدول ۲ مراجعه کنید.) در مرحله دیگر، تعداد درجه ـ روز تجمعی، برای هریک از موقعیت‌های مورد مطالعه محاسبه شده است تا ستون درجه حرارت تراکمی به‌دست آید. داده‌های نهایی این ستون باید به‌روی نمودار منتقل شود. با انجام این کار می‌توان

شرایط دو موقعیت موردنظر را مقایسه نمود. علیرغم اینکه از ماه مه تا اوت برلین نسبت به سیسیل درجه ـ روز بیشتری دارد ولی در سیسیل فصل رشد تمامی طول سال را در برمی‌گیرد، درحالی‌که فصل رشد در برلین به‌هفت ماه از سال محدود می‌گردد. اگرچه سیسیل نسبت به برلین در طول کل سال از درجه ـ روز تراکمی بیشتری برخوردار است ولی از ژوئن تا اکتبر درجه حرارت تراکمی برلین از سیسیل بزرگتر است. این وضع را منحنی تجمعی روی نمودار نیز نشان می‌دهد. در شکل ۱۰ هر دو منحنی تجمعی شکل شبیه به‌حرف S دارد. شکل مزبور شکل کلی اوجیو محسوب می‌شود.

جدول ۲

سیسیل	میانگین درجه حرارت روزانه		آستانه			تعداد روزهای ماه				درجه ـ روز
January	8	–	6	=	2	31	×	2	=	62
February	7	–	6	=	1	28	×	1	=	28
March	8	–	6	=	2	31	×	2	=	62
April	9	–	6	=	3	30	×	3	=	90
May	11	–	6	=	5	31	×	5	=	155
June	14	–	6	=	8	30	×	8	=	240
July	16	–	6	=	10	31	×	10	=	310
August	16	–	6	=	10	31	×	10	=	310
September	15	–	6	=	9	30	×	9	=	270
October	12	–	6	=	6	31	×	6	=	186
November	10	–	6	=	4	30	×	4	=	120
December	8	–	6	=	2	31	×	2	=	62

برلین	میانگین درجه حرارت روزانه		آستانه			تعداد روزهای ماه				درجه ـ روز
January	0	–	6	=	0	31	×	0	=	0
February	1	–	6	=	0	28	×	0	=	0
March	4	–	6	=	0	31	×	0	=	0
April	8	–	6	=	2	30	×	2	=	60
May	14	–	6	=	8	31	×	8	=	248
June	18	–	6	=	12	30	×	12	=	360
July	19	–	6	=	13	31	×	13	=	403
August	18	–	6	=	12	31	×	12	=	372
September	14	–	6	=	8	30	×	8	=	240
October	9	–	6	=	3	31	×	3	=	93
November	4	–	6	=	0	30	×	0	=	0
December	1	–	6	=	0	31	×	0	=	0

	درجه حرارت تجمعی سیسیل و برلین	
	سیسیل	برلین
January	62	0
February	90	0
March	152	0
April	242	60
May	397	308
June	637	668
July	947	1071
August	1257	1443
September	1527	1683
October	1713	1776
November	1833	1776
December	1895	1776

جدول ۲: شیوه محاسبه درجه ـ روز تجمعی

منحنی هیپسومتریک

منحنی هیپسومتریک نوعی نمودار خطی تجمعی است که رابطه‌ای بین ارتفاع زمین و مساحت آن برقرار می‌سازد. این نمودار درصد مساحت اراضی (یا گاهی اوقات مجموع مساحت واقعی زمین مورد مطالعه) را که در دامنه‌های ارتفاعی خاصی قرار می‌گیرد نشان می‌دهد. محور قائم نمودار هیپسومتریک مختص نمایش ارتفاع اراضی و محور افقی به‌مساحت واقعی یا درصدی زمینها اختصاص دارد. (شکل ۱۱ بخش ج)

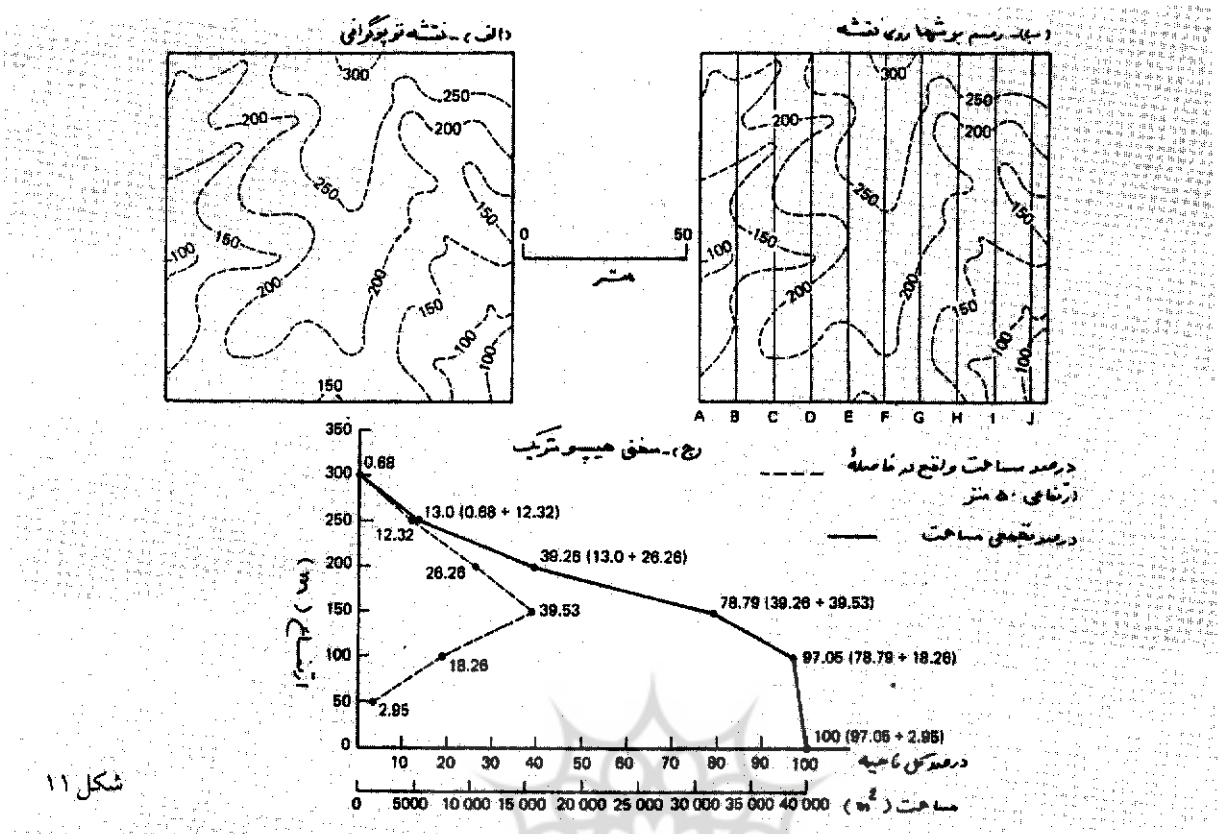
ساخت منحنی هیپسومتریک

بمنظور ساخت و ترسیم منحنی هیپسومتریک ابتدا باید مساحت اراضی که در هر منطقهٔ ارتفاعی وجود دارد محاسبه نمود. چنین محاسبه‌ای ایجاد رابطه میان مساحت سطح زمین و فواصل ارتفاعی را امکانپذیر می‌سازد. بعداز انجام مرحلهٔ محاسبات، رسم منحنی هیپسومتریک کار نسبتاً ساده‌ای است.

معمولاً روشی که برای محاسبهٔ مساحت سطوح ارتفاعی به‌کار می‌رود آنست که درعرض نقشهٔ توپوگرافی دارای منحنی تراز خطوطی موازی و متساوی‌الفاصله رسم می‌گردد و سپس درامتداد خطوط عرضی ترسیم شده فواصل واقع بین نقاطی که این خط باخطوط منحنی تراز معین انقطاع پیدا می‌کند اندازه‌گیری می‌شود. (شکل ۱۱ بخش ب) این فواصل را اصطلاحاً برش[۱۲] می‌نامند. مجموع طولهای اندازه‌گیری شده قادر است برآورد معقولی از مساحت نسبی اراضی اشغال شده توسط مناطق مختلف ارتفاعی به‌دست دهد. روش شکل ۱۱ بخش ب خطوط قائم و موازی J تا A نشان داده شده است. درفرایند اندازه‌گیری می‌باید دقیق عمل نمود زیرا که طول برشهای حاصل از تقاطع با منحنی ترازها بایستی با طول کل آن خط برابر باشد. چنانچه برای اندازه‌گیری‌ها از واحد کوچکی مانند میلیمتر استفاده شود دقت محاسبه افزایش یافته و درسنجش‌ها عدد اعشاری به‌دست نخواهد آمد.

جدول ۳ الف طول برشها را درامتداد هر یک از خطوط j تا A نشان می‌دهد. در بخش ب همین جدول طول برشها درمناطق مختلف ارتفاعی به‌صورت درصد از مجموع کل (یعنی ۱۹۰۰) و بنابراین به‌صورت درصد نسبت به‌مساحت کل نقشه ارائه شده است. باافزودن متوالی درصدها به‌یکدیگر، مساحت اشغالی توسط هر منطقه ارتفاعی بصورت تجمعی بدست آمده و براساس درصد تجمعی حاصله منحنی هیپسومتریک ترسیم می‌گردد. (شکل ۱۱ بخش ج)

شکل ۱۱ نشان می‌دهد که منحنی هیپسومتریک نوع یا صورت تجمعی نموداری است که باخطوط بریده در همان شکل ۱۱ نشان



شکل ۱۱

داده شده است. بنظر می‌رسد منحنی هیپسومتریک شکل ۱۱ بخش ج شکل خاصی دارد زیرا که در انتهای سمت راست آن تغییر شکل مشخصی مشاهده می‌شود. علت این وضع کوچکی وسعت اراضی، دارای ارتفاع پائین‌تر از ۱۰۰ متر است.

جدول ۳

طول برشها در روی نقشه توپوگرافی (mm)

جدول الف منطقه ارتفاعی	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	جمع
300 - 350 m	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	13
250 - 300 m	0	0	0	16	51	73	31	19	22	22	234
200 - 250 m	23	14	54	96	83	78	81	26	18	26	499
150 - 200 m	60	127	117	74	56	26	78	104	61	48	751
100 - 150 m	94	49	19	4	0	0	0	41	62	78	347
	13	0	0	0	0	0	0	0	27	16	56
جمع	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	1900

در بخش الف و ب جدول ۳ و همچنین شکل ۱۱ مقادیر درصدی به‌ترتیب نزولی و از بیشترین مقدار به‌کمترین مقدار مرتب شده است. رعایت این قاعده در ساخت و ترسیم منحنی هیپسومتریک ضروری است، بواسطه نزولی بودن ترتیب قرارگیری مقادیر، هریک از درصدهای حاصله نشانگر درصد مساحتی است که ارتفاعی بیش از یک میزان خاص دارد.

در شکل ۱۱ بخش ج، علاوه بر درصد مساحت می‌توان اطلاعاتی درخصوص ارتفاع مساحت واقعی اراضی ارائه نمود.

جدول ب

درصد مساحت در مناطق ارتفاعی

منطقه ارتفاعی	مجموع طول برشها	٪ مساحت کل	٪ تجمعی مساحت
300 - 350 m	13	0.68	0.68
250 - 300 m	234	12.32	13.0
200 - 250 m	499	26.26	39.26
150 - 200 m	751	39.53	78.79
100 - 150 m	347	18.26	97.05
50 - 100 m	56	2.95	100.0

جدول ۳: محاسبات لازم برای ترسیم منحنی هیپسومتریک

محدوده مورد مطالعه (شکل ۱۱ بخش الف) دارای وسعتی معادل ۲۰۰ × ۲۰۰ متر یعنی ۴۰,۰۰۰ مترمربع است. بنابراین ترسیم مقیاس مساحتی به‌میزان ۴۰,۰۰۰ مترمربع متناظر با ۱۰۰ درصد در پائین مقیاس افقی شکل مزبور بخش ج میسر است.

منبع:

Briggs,k. (1989)
Practical Geography. Presentation and Analysis. Hodder & Stoughton, London PP.10 - 26

(ادامه دارد)