۷۶

رشد

# آموزش جغرافیا

آموزشی ، تحلیلی ، اطلاع رسانی

دوره‌ی بیست یکم، شماره‌ی ۱ ، پاییز ۱۳۸۵
بها : ۳۰۰۰ ریال www.roshdmag.org
ISSN 1606-9137

اینترنت و کاربرد آن در علم جغرافیا

رتبه بندی سطح توسعه یافتگی شهرستان های استان سمنان

آشنایی با منابع و ماخذ اینترنتی جغرافیا

آشنایی با ماهواره های هواشناسی و کاربردهای آن

زیبایی های ایران
شیر
مارگون
شوشتر
تکاب

بسم الله الرحمن الرحیم

وزارت آموزش و پرورش سازمان
پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
دفتر انتشارات کمک‌آموزشی

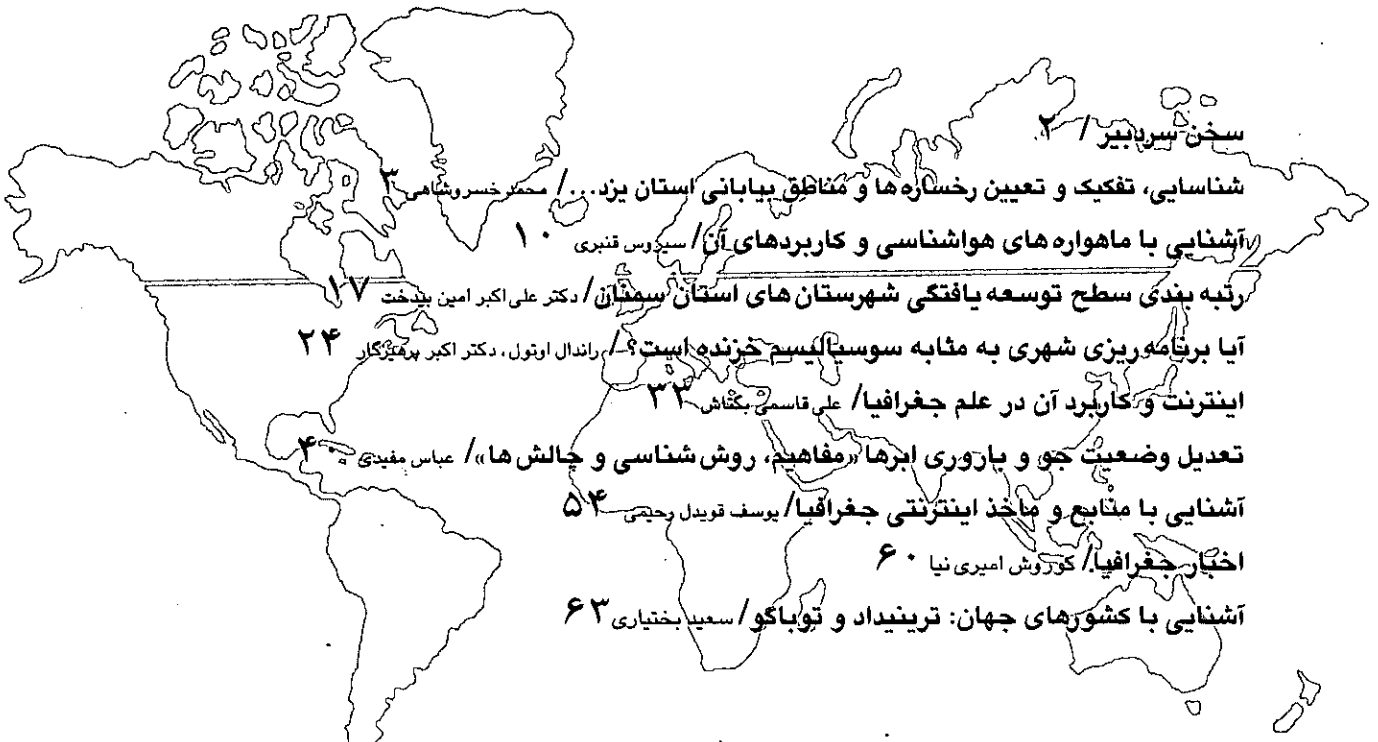
# رشد آموزش جغرافیا

۷۶

دوره‌ی بیست یکم . شماره‌ی ۱ . پاییز ۱۳۸۵

آموزشی ، تحلیلی ، اطلاع رسانی

ISSN :1606 - 9137



سخن سردبیر / ۲

شناسایی، تفکیک و تعیین رخساره‌ها و مناطق بیابانی استان یزد... / محمد خسروشاهی ۳

آشنایی با ماهواره‌های هواشناسی و کاربردهای آن / سیروس قنبری ۱۰

رتبه‌بندی سطح توسعه یافتگی شهرستان‌های استان سمنان / دکتر علی‌اکبر امین بیدخت ۱۷

آیا برنامه‌ریزی شهری به مثابه سوسیالیسم خزنده است؟ / راندال اوتول، دکتر اکبر پرهیزگار ۲۴

اینترنت و کاربرد آن در علم جغرافیا / علی قاسمی بکشاش ۳۳

تعدیل وضعیت جو و باروری ابرها «مفاهیم، روش شناسی و چالش‌ها» / عباس مفیدی ۴۰

آشنایی با منابع و مآخذ اینترنتی جغرافیا / یوسف قویدل رحیمی ۵۴

اخبار جغرافیا / کوروش امیری نیا ۶۰

آشنایی با کشورهای جهان: ترینیداد و توباگو / سعید بختیاری ۶۳

**مدیر مسئول** ، علیرضا حاجیان زاده ، **سردبیر** ، دکتر شاپور شایان ، **مدیر داخلی** ، دکتر مهدی چوبینه

**هیأت تحریریه** ، دکتر حسین شکویی ، دکتر عبدالرضا رکن‌الدین افتخاری ، دکتر بهلول علیجانی

دکتر مصطفی مؤمنی ، دکتر یارمحمد بای ، کوروش امیری نیا ، منصور ملک عباسی

دکتر شوکت مقیمی و ناهید فلاحیان ، **طراح گرافیک** ، علی کریمخانی

**چاپ** ، شرکت افست (سهامی عام) ، **شمارگان** ، ۱۲۰۰۰ نسخه

**نشانی مجله** ، تهران صندوق پستی ۱۵۸۷۵-۱۵۸۵ ، **تلفن دفتر مجله** ، ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹ داخلی ۱۴۴ ، **امور مشترکین** ، ۸۸۸۲۹۱۸۶

پست الکترونیک ، E-mail:info@roshdmag.org ، نشانی سایت مجلات رشد ، www.roshdmag.org

● مجله‌ی رشد آموزش جغرافیا حاصل تحقیقات پژوهشگران و متخصصان تعلیم و تربیت ، بویژه آموزگاران ، دبیران و مدرسان را ، در صورتی که در نشریات عمومی درج نشده و مرتبط با موضوع مجله باشد ، می‌پذیرد. ● مطالب باید یک خط در میان و در یک روی کاغذ نوشته و در صورت امکان تایپ شود. ● شکل قرار گرفتن جدول‌ها ، نمودارها و تصاویر ضمیمه باید در حاشیه‌ی مطلب نیز مشخص شود. ● نثر مقاله باید روان و از نظر دستور زبان فارسی درست باشد و در انتخاب واژه‌های علمی و فنی دقت لازم مبذول گردد. ● برای ارتقای کیفی چاپ اصل نقشه ها و تصاویر ارسال شود و یا کپی های واضح همراه مقاله باشد. ● درج پست الکترونیکی مؤلف یا مترجم مقالات ذیل نام پدیدآورنده ضروری است.

● مقاله‌های ترجمه شده باید با متن اصلی همخوانی داشته باشد و متن اصلی نیز ضمیمه‌ی مقاله باشد. ● در متن‌های ارسالی باید تا حد امکان از معادل‌های فارسی واژه‌ها و اصطلاحات استفاده شود. ● زیرنویس‌ها و منابع باید کامل و شامل نام اثر ، نام نویسنده ، نام مترجم ، محل نشر ، ناشر ، سال انتشار و شماره‌ی صفحه‌ی مورد استفاده باشد.

● مجله در رد، قبول، ویرایش و تلخیص مقاله‌های رسیده مختار است. ● آرای مندرج در مقاله‌ها ، ضرورتاً مبین نظر دفتر انتشارات کمک آموزشی نیست و مسؤولیت پاسخگویی به پرسش‌های خوانندگان ، با خود نویسنده یا مترجم است. ● مجله از بازگرداندن مطالبی که برای چاپ مناسب تشخیص داده نمی‌شود ، معذور است.

# ضرورت دوره‌های پیش از خدمت آموزش جغرافیا

آموزش جغرافیا در جهان کنونی وظایفی بس دشوار را برعهده گرفته است. از آموزش مفاهیم توسعه پایدار تا حفاظت محیط زیست و از آموزش شهروندی تا درک و کاربرد سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی از جمله اهداف نوین آموزش جغرافیا به شمار می‌آیند. همه روزه نیز شاهدیم که سازمان‌های بین‌المللی و یا نهادهای داخلی از برنامه‌ریزان درسی جغرافیا درخواست دارند تا در آموزش مفاهیم موردنظر آنان از طریق برنامه‌های رسمی آموزش جغرافیا به آنان کمک کنند و این مفاهیم یا مهارت‌ها را به گونه‌ای در برنامه‌های آموزش جغرافیا وارد کرده و در نظر بگیرند. علم جغرافیا وظایف دشواری را از این طریق برعهده گرفته است.

سؤالی که اکنون مطرح است این است که آیا تنها گنجاندن این مفاهیم، مهارت‌ها و نگرش‌ها در مواد آموزشی جغرافیایی و در رأس آنها کتب درسی جغرافیا، به نیازها و توقعات روزافزون پاسخ می‌دهد و به قول معروف با گنجاندن این موارد در کتب درسی به اهداف مورد نظر دست می‌یابیم یا خیر؟

ساده‌اندیشی است که گمان بریم با افزودن خواسته‌های فوق‌الذکر، کار تمام است و به بخش عمده‌ای از فرایند آموزش که همانا آموزگاران و دبیران جغرافیا و مهارت آنان در انتقال مطالب کتب درسی به دانش‌آموزان است، بی‌توجه باشیم. آموزش جغرافیا خود از پیچیدگی‌هایی برخوردار است و فارغ‌التحصیلان جغرافیا از دانشگاه‌ها تنها با یافته‌های علم جغرافیا از عهده آموزش آن به دانش‌آموزان برنمی‌آیند. مثال در این مورد، پزشکی یا دیگر علوم است. آیا تمام کسانی که پزشکی یا علوم دیگر را آموخته‌اند، خود توانایی آموزش آن را به دیگران دارند؟ پاسخ هر فرد منصفی به این سؤال خیر است. برای آموزش جغرافیا نیز نیازمند آن هستیم که مهارت‌های معلمی را بیاموزیم و علاوه بر آن به فنون آموزش جغرافیا نیز عنایت داشته باشیم.

حال که با پاسخی منصفانه به سؤال فوق دریافتیم که باید معلمان آینده جغرافیا به دانش‌آموزان، مهارت‌های خاص را بیاموزند، سؤال بعدی مطرح می‌گردد که این وظیفه بر عهده کیست؟ چه نهادی باید وظیفه آموزش مهارت‌های آموزش جغرافیا را به فارغ‌التحصیلان دانشگاه‌ها که آماده آموزش این علم هستند برعهده می‌گیرد؟

برای حصول به این هدف دو راه به نظر می‌رسد: اول این‌که دانشجویان جغرافیا که بعدها وارد سیستم آموزشی کشور می‌شوند باید در خلال دروس دانشگاهی خود، فنون معلمی و آموزش جغرافیا را نیز بیاموزند. بنابراین افزودن دروس مورد نیاز به برنامه‌های آموزشی دانشگاه‌ها بر عهده وزارت علوم، تحقیقات و فناوری است. دوم این‌که خود وزارت آموزش و پرورش پس از انتخاب معلمان آینده جغرافیا از میان داوطلبان فارغ‌التحصیل، دوره‌های آموزشی پیش ازخدمت را برای آنان در زمینه آموزش جغرافیا ترتیب دهد و سپس آنان را به کلاس‌های درس اعزام نماید. انجام این امر سبب می‌شود که معلمان جدید با اعتماد به نفس بیشتر و آمادگی افزونتری وظیفه خطیر آموزش جغرافیا به نسل جدید را بر عهده گیرد. ان‌شاءالله

# شناسایی، تفکیک و تعیین رخساره‌ها و مناطق بیابانی استان یزد از جنبه‌ی ژئومورفولوژی

محمد خسروشاهی*، سیدمحمد مهراب‌پاشا** و کاظم وشتکیان***

**چکیده**

**تاکنون برای بیابان از دیدگاه‌های متفاوت و همچنین براساس برخی از ویژگی‌های ژئومورفولوژی، تعریف‌های گوناگونی ارائه شده است. مقاله‌ی حاضر حاوی بخشی از نتیجه‌های تحقیقاتی حاصل از اجرای «طرح تعیین قلمروی جغرافیایی محدوده‌ی بیابانی استان یزد» است. در این تحقیق، با استفاده از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی و تلفیق داده‌های این دو، ابتدا شناسایی کلی رخساره‌های ژئومورفولوژی به روش مرفوژنیک انجام گرفت و سپس عوارضی نظیر: دشت‌سرها، بسترهای طغیانی شبکه‌ی آب‌ها، تپه‌های ماسه‌بادی، بدلندها، عوارض بادکندی شامل کلوت ـ یاردانگ ـ دشت‌های ریگی، دق‌ها، کویرها، جلگه‌های رسی و بالاخره سبخاها و شوره‌زارها که خاص مناطق بیابانی هستند، شناسایی و تفکیک شدند. سرانجام نیز با استفاده از عکس‌های ماهواره‌ای ETM و کنترل صحرایی، محدوده‌ی عوارض اصلاح و عوارض جدید شناسایی شده نیز به آن افزوده شد و محدوده‌های یاد شده به عنوان محدوده‌های بیابان‌های استان یزد معرفی گردیدند. نتیجه‌های حاصل نشان دادند تقریباً اکثر قریب به اتفاق عوارض ژئومورفولوژیکی خاص بیابان با ویژگی‌های مشخص، در این استان قابل شناسایی هستند که به‌صورت پیوسته ولی در گستره‌ی استان پراکنده شده‌اند. همچنین، با مساحی این عوارض در سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) مشخص شد، حدود نیمی از سطح استان یزد، یعنی ۲۳۵۷۷۸۴ هکتار (۴۶ درصد) آن، در زمره‌ی بیابان‌های ژئورفولوژیک قرار دارد.**

**واژه‌های کلیدی:** بیابان، ژئومورفولوژی، رخساره، استان یزد.

**مقدمه**

اگرچه در مقیاس جهانی، دو عامل مهم چرخش عمومی اتمسفر و جریان‌های اقیانوسی همراه آن و همچنین، کوهستان‌ها و توزیع خشکی‌های زمین، در پیدایش و توسعه‌ی مناطق خشک و بیابانی تأثیر به‌سزایی داشته‌اند، اما در مقیاس محلی، تعیین قلمروی بیابان‌ها نیازمند دستیابی به اطلاعاتی از پارامترهای محیط طبیعی است که اثر متقابل آن‌ها به صورت مشترک در پیدایش ویژگی‌های محیط طبیعی و از جمله بیابان‌ها دخالت دارند. به همین دلیل، برای تفکیک و تعیین قلمروی بیابان‌ها، باید به آن دسته از علوم زمین که به صورت مستقیم یا غیرمستقیم در پیدایش شرایط بیابانی سهمی به عهده دارند، توجه شود. در این مطالعه تعیین و تفکیک مناطق بیابانی فقط از جنبه‌ی ژئومورفولوژی مدنظر قرار گرفته است.

از دیدگاه ژئومورفولوژی، برای تعیین و طبقه‌بندی بیابان‌ها، مطالعاتی توسط سیدرونکو (۱۹۵۰)، تی کلمنت (۱۹۵۴)، فدریچ (۱۹۶۴) و درش (۱۹۶۲) انجام گرفته است [حسین‌زاده، ۱۳۷۸]. در مطالعه‌ی سیدرونکو، بیابان‌ها از نظر مرفوژنتیک به دو گروه بزرگ بیابان‌های تراکمی و بیابان‌های فرسایشی تقسیم شده‌اند. بیابان‌های نوع اول در مجاورت توده‌های کوهستانی بزرگ قرار گرفته‌اند و شامل چاله‌های بزرگ داخلی با رسوب‌های

ضخیم رودخانه‌ای هستند. در حالی که بیابان‌های نوع دوم، مشتمل بر یک مجموعه عوارض کوهستانی یا زمین‌های مرتفع فلات مانند، همراه با چاله‌های کم‌عمق هستند و مهم‌ترین ویژگی آن‌ها، رخنمون سنگ‌های اصلی در سطح زمین است. به نظر سیدرونکو، در بیابان‌های فرسایشی، مواد تخریبی، حاصل فرایندهای هوازدگی هستند و تحت تأثیر حمل و نقل قرار نمی‌گیرند. ولی در بیابان‌های تراکمی، مواد فراوانی به‌ویژه توسط آب جابه‌جا و متمرکز می‌شوند. تی‌کلمنت تقسیم‌بندی بیابان‌های آمریکا را براساس رخساره‌های ژئومورفولوژی انجام داده است. این رخساره‌ها بیش‌تر شامل: کویرها، دشت‌های بیابانی، تپه‌های ماسه‌ای، بدلندها، رخنمون‌های سنگی، مخروط افکنه‌های آبرفتی که در انتهای دره‌های کوهستانی و بر سطح هموار دشت به‌وجود آمده‌اند و همچنین زمین‌های پست حدفاصل مخروط افکنه‌ها می‌شوند.

اگنیو[1] (۱۹۹۲) معیار سنجش بیابان را علاوه بر پوشش گیاهی، خاک و ژئومورفولوژی معرفی می‌کند؛ زیرا این عوامل، تغییرات کم‌تری نسبت به اقلیم دارند. وی عقیده دارد، مرز مناطق خشک با مشخصات ژئومورفولوژیکی شروع شده است و با عوامل خاک و پوشش گیاهی خاتمه می‌یابد.

کوک[2] و وارن[3] (۱۹۷۳)، مابوت[4] (۱۹۷۷) و توماس[5] (۱۹۸۹) ژئومورفولوژی را یکی از معیارهای تشخیص بیابان قلمداد، و رخساره‌هایی را شناسایی کرده‌اند. که حدس زده می‌شود، حاصل فرایندهای گوناگون در بیابان هستند. لوستیگ[6] (۱۹۶۸) دشت‌ها، مناطق مسطح و گودشدگی‌ها را از رخساره‌های مهم بیابان و از شاخص‌های ژئومورفولوژی برای شناخت بیابان عنوان کرده است. به این ترتیب، علاوه بر گوناگونی معیارهای مؤثر در ایجاد بیابان‌ها که سبب پیدایش محیط‌های متفاوتی از نظر شرایط زیست‌محیطی می‌شود، شاخص‌های موجود در سنجش معیارها نیز از منطقه‌ای به منطقه دیگر متغیرند. برای مثال، در معیار ژئومورفولوژی برخلاف تصور عامه، تنها یک فرایند واحد در شکل‌دهی رخساره‌های سطحی بیابان مؤثر نیست. ممکن است انتظار داشته باشیم، مناطق خشک، محیط وسیعی از تپه‌های ماسه‌ای توأم با شوره‌زارهای وسیع باشد، اما در حقیقت چهره‌ی مناطق خشک، از کوهستان‌های فعال تکتونیکی واقع در شمال و جنوب آمریکا، تا سپرهای پایدار زمین‌شناسی که نمونه‌هایی از آن‌ها در آفریقا و استرالیا دیده می‌شود، شامل سنگ‌فرش‌های بیابانی، و دشت‌سرهای پهناور و مسطح، متفاوت است. احمدی (۱۳۷۵)، علاوه بر اقلیم، معیارهای زمینی مثل زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی و خاک و همچنین معیارهای پوشش گیاهی و اکولوژی را مبنای شناخت بیابان‌های ایران می‌داند. لوستیگ[7] (۱۹۶۸) و اسمال[8] (۱۹۷۲) مباحث زیادی را در مورد نسبت اهمیت شاخص‌های ژئومورفولوژی، به‌ویژه نقش باد و آب در بیابان، مطرح کرده‌اند.

همچنین در معیار ژئومورفولوژی ساختمانی، بیابان‌ها به دو دسته‌ی حوضه‌های رسوبی و سپری تقسیم‌بندی شده‌اند و عوارض بیابانی براساس ویژگی‌های جغرافیایی محل، به‌صورت بیابان‌های به‌شدت خشک، خشک و نیمه‌خشک و گاهی به بیابان‌های ساحلی و داخلی تقسیم‌بندی می‌شوند [عطاپور و همکاران، ۱۳۸۳]. در همین زمینه، ثروتی (۱۳۷۶)، بیابان‌ها را از نگاه ژئومورفولوژی، به‌دو دسته بیابان‌های سپری (فرایندهای ناشی از حرکت‌های زمین ساختی در تشکیل آن‌ها نقشی ندارند)، و نیز بیابان‌های کوهستانی و حوضه‌های رسوبی (ناشی از فرایندهای زمین ساختی) تقسیم می‌کند.

در سال‌های اخیر، تعدادی از محققان، با تلفیق تعدادی از متغیرها از قبیل عوارض ژئومورفولوژی خاص بیابان، ویژگی مواد سطحی، و شعاع و عملکرد فرایندهای رودخانه‌ای و بادی، بیابان‌ها را تقسیم‌بندی کرده‌اند که در این روش، پس از شناسایی عوارض ژئومورفولوژی خاص بیابان، برای مشخص کردن محدوده‌های بیابانی در عوارض پلی‌ژنیک، از خصوصیات مواد سطحی و در مرحله‌ی بعد، از شرایط محیطی سطحی و زیرسطحی به منظور تعیین محدوده‌ی بیابان‌های ژئومورفولوژی استفاده کرده‌اند [عطاپور و همکاران، ۱۳۸۳، به نقل از: حسین‌زاده، ۱۳۷۸]. البته برای طبقه‌بندی بیابان‌های ایران از دیدگاه ژئومورفولوژی، از اختصاصات ساختاری [محمودی، ۱۳۷۳] و مورفوژنیک [احمدی و همکاران، ۱۳۸۰] نیز استفاده شده است.

در مطالعه‌ی حاضر، ضمن شناسایی پهنه‌ی رخساره‌های ژئومورفولوژیک استان یزد، با استفاده از عوارض ژئومورفولوژی خاص بیابان (روش مورفوژنیک)، محدوده‌ی بیابان‌های این استان تعیین شده است.

## مواد و روش‌ها

این پژوهش، براساس مطالعه‌ی نقشه‌های توپوگرافی «سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح» و نقشه‌های زمین‌شناسی «سازمان زمین‌شناسی کشور» به مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، و تصویرهای ماهواره‌ای استان با همین مقیاس و تلفیق سه‌جانبه‌ی آن‌ها به شرح زیر صورت گرفته است:

۱. با استفاده از تعریف‌های موجود درخصوص دشت‌سرها، اراضی کویری و پلایا، و واحدهای کوهستانی، مرز واحد کوهستان و دشت روی نقشه‌های توپوگرافی در محل برخورد این دو واحد پیکرشناسی زمین (خط کنیک[9])، و مرز پلایا ترسیم شد. در همین رابطه، مرز دشت‌سرهای لخت و فرسایشی با دشت‌سرهای شبکه‌ی انتهایی حوزه‌ها (دشت‌سر اپانداژ) مشخص و با علامت‌های ویژه، انواع عوارض قابل تشخیص بیابانی تعیین شدند که معرف قلمروی بیابان از غیر آن بودند.

۲. براساس اطلاعات موجود در نقشه‌های زمین‌شناسی استان، مرز آبرفت و سازندهای سخت، بدلندها، تپه‌های شنی، مسیرهای طغیانی شبکه‌ی آب‌ها (فصلی و سیلابی)، نبکاها، کویرها، زمین‌های نمکی، پادگانه‌های آبرفتی، انواع دشت‌های دامنه‌ای دوران چهارم (Qt1، Qt2 و Qt3) در ارتباط با گسل‌ها و شکستگی‌ها ترسیم و مشخص شدند.

۳. تلفیق داده‌های توپوگرافی و نقشه‌های زمین‌شناسی، بخش دیگری از فعالیت‌های دفتری بود که در این مرحله صورت گرفت.

۴. انطباق نقشه‌های حاصل از فعالیت‌های فوق و اطلاعات موجود در عکس‌های ماهواره‌ای استان با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰، بخش دیگری از امور پژوهشی بود که پس از انتقال اطلاعات ماهواره‌ای بر نقشه‌های طلقی انجام شد.

۵. در آخرین مرحله، با استفاده از نقشه‌های تلفیقی و ماهواره‌ای، اطلاعات حاصل از نقشه‌های زمین‌شناسی و توپوگرافی، براساس رنگ‌های معرف هر رخساره، شناسایی و به نقشه‌ی پایه افزوده شدند. این نقشه با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) رقومی گردید و به وسیله‌ی بازدیدهای صحرایی، تا حد امکان تفکیک قلمروهای تعیین‌شده از واحدهای اصلی و رخساره‌های مربوطه کنترل شد و در صورت نیاز، اصلاحات لازم صورت گرفت. درنهایت نیز محدوده‌های یادشده با نمادی مشترک تحت عنوان نقشه‌ی بیابان از دیدگاه ژئومورفولوژی معرفی شدند.

## نتیجه‌ها

خصوصیات مورفولوژی و موقعیت جغرافیایی هریک از واحدهای ژئومورفولوژیک استان یزد که با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی، زمین‌شناسی و تصویرهای ماهواره‌ای شناسایی و در محیط الویس رقومی شدند (نقشه‌ی ۱)، به شرح زیر است:

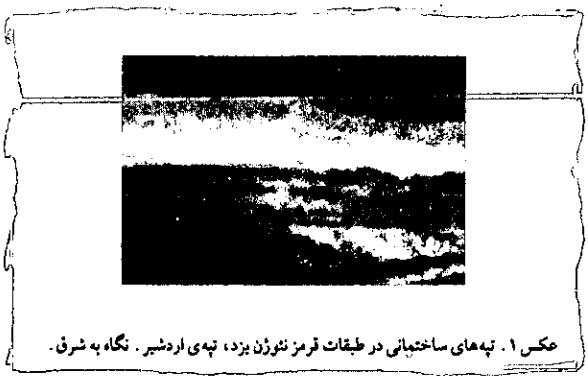
نقشه‌ی ۱. نقشه‌ی عمومی ژئومورفولوژی استان یزد

### واحد کوهستان

محدوده‌ی کوهستان‌ها که به صورت مجموعه‌ی به‌هم‌پیوسته‌ای با شیب بیش از ۲۰ درصد و ارتفاع بیش‌تر از ۵۰۰ متر از سطح مبنای منطقه مشخص می‌شوند، در نقشه‌ی مربوطه به صورت رقومی تهیه شده است. مساحت این واحد ژئومورفولوژیک در استان یزد ۲۸۷۷۱۴۰ هکتار است.

### تپه‌های ساختمانی یا ناهمواری‌های کوتاه تخریبی

از این نمونه می‌توان به تپه‌های چین‌خورده و ساختمانی نهشته‌های تخریبی نئوژن با لیتولوژی کنگلومرایی ماسه‌سنگی و مارنی به‌نام طبقات قرمز نئوژن اشاره کرد که در امتداد شمال غرب ـ جنوب شرقی در ساختاری منطبق بر ارگ یزد استقرار یافته‌اند. بدیهی است از یک دیدگاه، تپه‌های ماسه‌ای ارگ بزرگ یزد، خود از چنین ناهمواری‌هایی منشأ گرفته‌اند (عکس ۱).



عکس ۱. تپه‌های ساختمانی در طبقات قرمز نئوژن یزد، تپه‌ی اردشیر. نگاه به شرق.

تپه‌های قدیمی مارنی و کنگلومرایی میوسن (نئوژن)، مشابه آنچه در بالا آمده است، به‌صورت پهنه‌ای فرسوده در جنوب کوهستان «شیرکوه»، نمونه‌ی دیگری از تپه‌های نوع ساختمانی است. این تپه‌ها چین‌خوردگی‌هایی دارند که با امتداد گسل دهشیر بافت موازی هستند و امتداد محوری آن‌ها تقریباً شرقی ـ غربی است. مشابه چنین تپه‌هایی را همچنین در شمال کفه‌ی طاقستان در غرب دهشیر، در قسمت شمال ـ شمال شرق کویر چاه افضل از جنس نئوژن، همراه با گنبدها و لایه‌های نمکی، در شمال بافق در حوالی کوه زریگان از جنس کنگلومرای پلیوسن و نئوژن، و نیز شرق دره‌ی «بهاباد» با اراضی گسیخته می‌توان مشاهده کرد. وسعت کلی این تپه‌ها ۶۶۰۹۶۰ هکتار است.

### دشت سرها

برای تمایز دشت سرها، با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی و زمین‌شناسی هم مقیاس، خط کنیک (تمایز کوه و دشت) ترسیم شد. سپس با استفاده از پارامترهایی از قبیل شیب طولی دشت (براساس فاصله‌ی خط‌های منحنی میزان)، تراس‌های آبرفتی

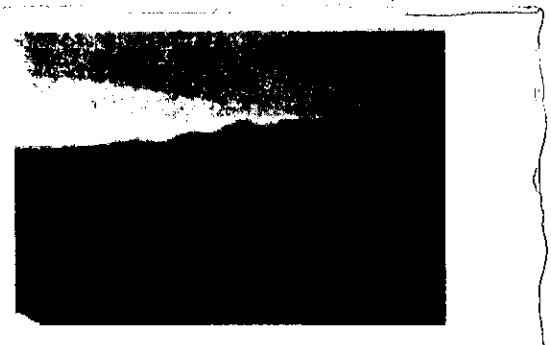
مجاور رودخانه‌ها و قلمروی مخروط افکنه‌ها در نقشه‌های زمین‌شناسی، انشعاب یا انسجام آبراهه‌ها و مسیل‌های سنگلاخی در بالادست و پائین‌دست محدوده، و رخنمون سنگ‌های مادری در حاشیه‌ی دشت، به تفکیک و به‌شرح زیر شناسایی شدند:

### دشت سرلخت[10]

این نوع از دشت‌سرها حدفاصل دامنه‌های سنگی واحد کوهستان (شیب بیش‌تر از ۲۵ درصد) و دشت‌سرهای تراکمی یا حوزه‌ی انتهایی شبکه‌ی آبراهه‌ها (با شیب حداکثر ۰/۵) واقع شده‌اند و دامنه‌ای را با شیب ۵ تا حداکثر ۱۲ درصد تشکیل می‌دهند. در مناطق خشک و بیابانی از جمله استان یزد، نوار کم‌عرض دشت سرلخت، عموماً قلمروی گذر از شرایط بیابانی به شرایط کوهستانی و نیمه‌خشک است. مجموعه‌ی این قلمرو ۱۶۲۰۳۲۲ هکتار از دامنه‌های پایکوهی استان را تشکیل می‌دهد.

### مخروط افکنه[11]

این رخساره عبارت است از سطح‌های گلاسی بادبزنی شکل با منشأ آبرفتی که در محل خروج آب از مناطق پرشیب، به مناطق یا سطح‌های کم‌شیب‌تر تشکیل می‌شوند. به‌دلیل تغییر انرژی آب و تغییرات سطح اساس، نهشته‌های این رخساره ناهمگن هستند و دانه‌بندی ذرات، از قطرهایی با دامنه‌ی وسیع برخوردارند. این گونه رخساره‌ها، عمدتاً در خروجی دره‌ها به دشت‌های بزرگ از قبیل دشت یزد ـ اردکان تشکیل می‌شوند. لیکن در ابعاد و تعداد محدودتر، این نوع رخساره‌ها را می‌توان در دشت‌های میانکوهی از قبیل پشتکوه، پیشکوه و دیگر زیرحوزه‌های فرعی استان مشاهده کرد. مخروط افکنه‌های تیپیک دامنه‌ی شرقی کوه‌های بوهروک در جنوب شهر یزد و غرب مهریز، مخروط افکنه‌های آبرفتی دشت بهاباد و جنوب و جنوب غرب ابرقو و دهانه‌ی رودخانه‌ی گاشار و تعداد دیگری از مخروط‌های آبرفتی قدیمی که سطح‌های گلاسی‌ها را تشکیل می‌دهند، از آن دسته رسوبات آبرفتی هستند که در پهنه‌ی دشت‌ها، منابع آبی خوبی را به‌وجود آورده‌اند (عکس۲).



عکس۲. مخروط افکنه‌ی قدیمی با فرسایش و رسوبگذاری جدید، غرب یزد. نگاه به جنوب.

### دشت‌سرهای تراکمی، اپانداژ[12]

به سطح‌های گلاسی نسبتاً هموار با شیب ملایم ۱/۵ درصد که در قلمروی واسط بین دشت‌سرهای لخت (عریان) و دشت‌های مسطح رسی[13] توسعه یافته‌اند، «دشت‌سرهای پخش آب» می‌گویند. ضخامت مواد رسوبی در این قلمرو زیادتر و ابعاد دانه‌های آن کم‌تر از دشت‌سر عریان است. ابعاد آبراهه‌ها از چند دسی‌متر تا چند متر است و بستگی به قدرت آب دارد. مجموعه‌ی این رخساره‌ها، سطحی معادل ۱۹۹۱۱۲۰ هکتار را در استان یزد در برمی‌گیرند.

### ماسه‌های صعودی (رفلکسی) بادکوب[14]

در اغلب دشت‌سرهای جبهه و مناطقی که گلاسی‌ها به داخل کوهستان نفوذ کرده‌اند، به‌دلیل ایجاد جریان‌های بادی جهت‌دار، رسوبات ماسه‌ای و ریزدانه‌ی دشت‌های میانکوهی روبیده می‌شوند و حرکت می‌کنند. این ماسه‌ها پس از برخورد با اولین موانع مرتفع، براساس قدرت حرکتی باد در دامنه‌ی مانع (کوه)، صعود می‌کنند و ماسه‌های بالارونده و صعودی را تشکیل می‌دهند. بدیهی است این ماسه‌ها از قاعده به رأس، به‌دلیل وزن و حجم خود ریزتر می‌شوند. ماسه‌های صعودی در پنج کیلومتری غرب شهر تفت در یال شمالی شیرکوه و نیز ماسه‌های صعودی غرب شهر مهریز، شرق دشت میانکوهی ابراهیم‌آباد ـ کوه گلوفهرج در غرب جاه‌خاور ـ ماسه‌های تنگ چنار و دیگر عوارض از این گونه رخساره‌های بادی هستند (عکس۳).

عکس۳. مخروط افکنه‌ی قدیمی با فرسایش و رسوبگذاری جدید، غرب یزد. نگاه به جنوب.

### گنبدهای نمکی

این گنبدها در واقع ساختمان‌های برآمده‌ای هستند که در اثر صعود لایه‌های نمکی مدفون شده در اعماق زمین، همراه با فعالیت‌های تکتونیکی محل، ایجاد می‌شوند. در بعضی از آن‌ها، هسته‌های نمکی به سطح می‌رسد و برجستگی‌ها یا گنبدهای نمکی را تشکیل می‌دهد. بعضی هم با داشتن سنگ‌هایی از طبقات رسوبی به سطح نمی‌رسند. در اراضی بالاآمده‌ی غرب کویر کلات و شمال غرب دشت یزد ـ اردکان، توده‌هایی از برجستگی‌های نمکی و اراضی نمکی برآمده دیده

می‌شوند که در واقع گنبدهای نمکی استان را در شمال آن تشکیل می‌دهند.

## دشت‌های ریگی[15]

این رخساره، به‌طور واضح و مشخص در امتداد غربی ارگ یزد و تقریباً در منتهاالیه دشت سرهای پخش آب در دشت یزد ـ اردکان مشاهده می‌شود. انواع چنین پهنه‌هایی را می‌توان در بخش‌های جنوبی دشت پشتکوه در حوالی رشکوئیه و تپه ماهورهای قرمز میوسن در همین حوالی جست‌وجو کرد. پهنه‌های فرسایشی بین دهشیر ابرکوه در مسیر جاده‌ی مربوطه و همچنین دشت سرهای مشرف بر کویر سیاه‌کوه در مسیر جاده‌ی حاجی‌آباد زرین از نمونه‌های دیگر این رخساره هستند.

## پهنه‌های ماسه‌ای موجدار[16]

این رخساره که در مسیر ترانزیت (حمل) عناصر تپه‌های ماسه‌ای قرار گرفته، حاصل ترسیب دانه‌های درشت ماسه‌های بادی است که از نظر موقعیت، قبل از تجمع تپه‌های ماسه‌ای قرار دارد. به‌نظر اختصاصی (۱۳۷۰)، وجود چنین رخساره‌ای با عناصر درشت، مبین نزدیک بودن منشأ این دانه‌ها به محل ترسیب یا تپه‌های ماسه‌ای است، زیرا در منشأهای دور، این عناصر قادر به رسیدن به محدوده‌ی تپه‌های ماسه‌ای نیستند و به‌صورت پراکنده و بدون مرفولوژی مشخص، ولی دارای شکل‌های شکنجی در مسیر ترانزیت پخش می‌شوند. چنین رخساره‌ای در کنار اغلب پهنه‌های ماسه‌ای و به‌ویژه در غرب ارگ یزد، در دو منطقه‌ی اشکذر ـ رستاق و چرخاب و دیگری در غرب خویدک و فهرج و جنوب محمدآباد دیده می‌شود. وسعت این عارضه در استان ۵۶۳۸ هکتار است.

## دشت‌سرهای واقعی یا جلگه‌های رسی[17] و عوارض آن‌ها

دشت‌سرهای واقعی یا جلگه‌های رسی، مجموعاً ۳۴۸۷۹۰ هکتار از سطح استان را در میان حوضه‌های مستقل و جدا از هم تشکیل می‌دهند. این گونه دشت‌ها در نقاط گوناگون استان با نام دشت (جلگه‌ی) بهاباد، دشت یزد ـ اردکان، دشت (کنه) ابرکوه، دشت هرات و مروست مشخص شده‌اند و به پلایا (کویرها) منتهی می‌شوند.

## دق[18] (دغ)

از دشت‌های رسی عمده در استان می‌توان به دشت‌های رسی جلگه‌ی یزد (محل استقرار تپه‌های ماسه‌ای ارگ یزد) تا اردکان، حاشیه‌های رسی کویر درانجیر (کر) در شمال بافق، دشت رسی بهاباد ـ دق‌ها یا حاشیه‌ی رسی کویر زرین ـ و جلگه‌ی رسی حواشی کویر ابرکوه اشاره کرد که سطحی معادل ۲۸۶۲۸۰ هکتار را در برمی‌گیرند.

## شوره‌زار یا سبخا[19]

این چاله‌ها که معلول ناهمواری‌های طبقات و لایه‌های تخریبی نئوژن در امتداد محوری دشت‌ها هستند، به‌شکل شوره‌زارهایی درآمده‌اند که در مقابل بادها حساسند و به‌دلیل نمک‌های سدیمی و گچ سطحی، سست و ناپایدارند. چنین پدیده‌هایی را در مسیر جاده‌ی یزد به میبد و اردکان، خط‌القعرهای تپه ماهوری جنوب دشت پشتکوه و در حاشیه‌ی کویر ابرکوه، و بعضی از مناطق جنوبی دشت یزد در مسیر مهریز به بهادران می‌توان دید. از ویژگی سبخاها نیزارهایی هستند که به آبخوان‌های کوچک وابسته منحصرند.

## بدلندها[20]

عموماً از شیارهای باریک و کم‌عمق لیکن متراکم تشکیل شده‌اند که به‌وسیله‌ی یال‌های نوک‌تیز از هم جدا می‌شوند. با توجه به این که چنین اراضی فرسایشی غالباً در سازندهای سست و فرسایش‌پذیر مارنی دوران سوم زمین‌شناسی (نئوژن) شکل گرفته‌اند، به حوضه‌های بسته‌ی تبخیری و تخریبی (گرم و خشک) زمین‌شناسی وابسته‌اند. بدلندهای استان یزد عمدتاً در جنوب دشت پشتکوه، بخش محوری دشت یزد ـ اردکان، شمال شرق کویر چاه افضل، حاشیه‌ی غربی کویر در انجیر چسبیده به شیل و ماسه‌سنگ‌های ژوراسیک، حوالی ساغند با عنوان طبقات قرمز نئوژن استقرار یافته‌اند و عوارض تپه ماهوری را ایجاد کرده‌اند.

## نبکاها[21] و روبدوها یا شور مرده

نبکاها، در سطح‌های هموار دارای ماسه با رطوبت کافی ظاهر می‌شوند و روبدوها نیز انباشتگاهایی از همین نوعند که آن‌ها نیز در پناه یک مانع که معمولاً دسته‌ای درختچه‌ی فشرده است، تشکیل می‌شوند (عکس ۴).

عکس ۴: روبدوها (نبکا) در کویر سیاه‌کوه.

انواع ماسه‌های نباتی (نبکاها) در دشت یزد، در بالادست آبادی‌های اشکذر، چرخاب و رستاق، در دشت‌های حاشیه‌ی کویر ابرکوه، دشت‌های جنوب منطقه‌ی پشتکوه زیردست گاریزات و ارنان، و نیز شمال اردکان گسترش یافته‌اند. به‌علاوه، پهنه‌هایی

از روبدوها نیز در شرق روستاهای خویدک و فهرج پدید آمده‌اند که سطحی معادل ۲۳۶۲۷ هکتار را در بر می‌گیرند.

## تپه‌های ماسه‌ای[۲۲]

عوارض و رخساره‌های تپه‌های ماسه‌ای در استان یزد، از شاخص‌ترین مظاهر ژئومورفولوژیکی هستند، به‌طوری که مساحتی حدود ۱۳۵۳۴۴ هکتار از محدوده‌ی استان را شامل می‌شوند. وسیع‌ترین محل تجمع این ماسه‌ها در فرم‌های گوناگون و با عنوان ارگ[۲۲] در امتداد شمال غرب ـ جنوب شرق در گودترین نقطه‌ی تراس سفلای این دشت قرار گرفته است. ارگ یزد با طولی در حدود ۵۶ کیلومتر، از ابراهیم‌آباد میبد شروع و تا کوه جلتاش در جنوب شرق یزد امتداد می‌یابد. به گفته‌ی اختصاصی (۱۳۷۵)، شکل عمومی ارگ یزد خوشه‌ای (سیلک خوشه‌ای) است که به صورت دو واحد مجزا، در شمال غرب و جنوب شرق یزد دیده می‌شود. ریگ زرین، در بخش محوری کویر زرین، کویر ساغند، ریگ نسبتاً عظیم و معروف شتران در شمال جاده‌ی مراسلاتی رباط پشت بادام و رباط خان، حواشی شرقی کویر کر (درانجیر)، شمال کوه حلوائی و شمال مروست، از جمله محل‌های دیگر تپه‌های ماسه‌ای هستند.

## کلوتک و یاردانگ[۲۳]

این عوارض نتیجه‌ی فعالیت‌های باد کندی است که در صحرا و بیابان، به‌ویژه در مناطق پست و جلگه‌ای با رسوبات و نهشته‌های ریزدانه‌ی سیلتی و رسی، تشکیل شده است. بارزترین نمودهای عینی این‌گونه عوارض را می‌توان در مسیر کانال باد دشت یزد در بالادست رستاق و میبد به سمت ندوشن مشاهده کرد.

## چاله‌های کویری یا پلایا[۲۴]

چاله‌ی کویری یا پلایا، اساساً یک فروافتادگی خاص تکتونیکی و زمین‌ساختی است که از یک سو، چون حوضه‌ی انتهایی جریانات سطحی و تحت‌الارضی است، سطح آب زیرزمینی در آن به صورت یک ظرف بسته، بالاست. از سوی دیگر، ریز بودن نهشته‌های رسوبی آن و ایجاد موئینگی در بافت‌های آن که غالباً رسی هستند، پدیده‌ی برگشت رطوبت به سطح را سبب می‌شود و در اثر تبخیر، قشری از نمک روی سطح آن باقی می‌ماند. بدیهی است چنین حوضه‌هایی در سال‌های پرباران، با سرازیر شدن جریانات سطحی (سیلاب) بدان‌ها و سپس زهکشی زیرحوضه‌ها توسط آن‌ها، پرآب می‌شوند، ولی آب با تبخیر به سرعت فروکش می‌کند و سطح حوضه‌ها به سطحی نمکی مبدل می‌شود. این عارضه و رخساره‌های مربوط به آن، معادل ۳۸۹۴۱۲ هکتار را در بر می‌گیرند.

## رخساره‌ی پهنه‌های نمکی[۲۵]

سطح‌های هموار و مسطحی هستند که با تبخیر زیاد و افت آب‌های زیرزمینی، به‌وسیله‌ی قشری از نمک‌های براق و سفیدرنگ (همانند سطح‌های برفی در زمستان) پوشیده شده‌اند. چنین سطح‌هایی برخلاف سبخاها که از نمک کم‌تری بهره‌مندند و پتانسیل فرسایشی و باد کندی دارند، به‌دلیل وجود قشر نمک، به راحتی در مقابل باد محافظت می‌شوند (عکس۵).

عکس ۵. پهنه‌های نمکی در کویر سیاه‌کوه.

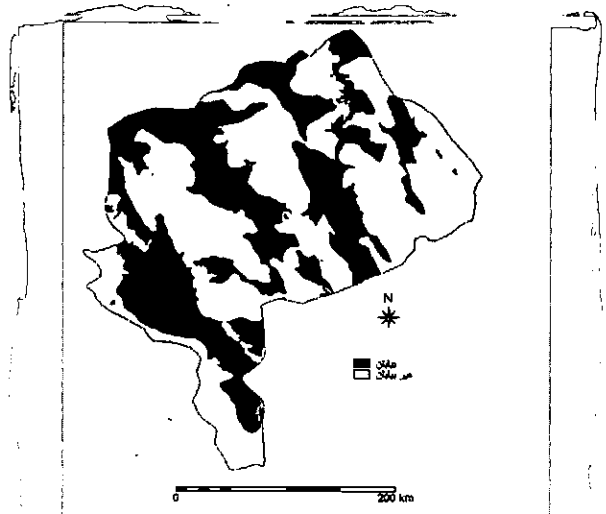
جدول۱. مساحت و درصد گسترش رخساره‌های عمده‌ی ژئومورفولوژی بیابان در استان یزد

| واحد | مساحت (هکتار) | درصد |
|---|---|---|
| بستر سیلابی سنگلاخی | ۴۵۲۷۱ | ۰/۶۲ |
| تپه ماهور ماسه‌ای | ۱۳۵۳۴۴ | ۱/۸۵ |
| تپه‌های ماسه‌ای مواج | ۵۶۳۸ | ۰/۰۸ |
| تراس | ۵۲۰۸ | ۰/۰۷ |
| دشت‌سرهای تراکمی اپانداژ | ۱۹۹۱۱۱۸ | ۲۷/۲۵ |
| دشت‌سرهای لخت پایکوهی | ۱۶۲۰۳۲۲ | ۲۲/۱۷ |
| دشت‌های رسی | ۲۸۶۲۸۲ | ۳/۹۲ |
| کفه‌های نمکی | ۶۲۵۱۰ | ۰/۸۶ |
| کوه‌های کوتاه سنگی | ۶۷۱۰۶۴ | ۹/۱۸ |
| کوه‌های مرتفع | ۱۳۷۲۴۹۸ | ۱۸/۷۸ |
| کوه‌های منفرد | ۳۷۲۷۴ | ۰/۵۱ |
| کویر | ۳۸۹۴۱۲ | ۵/۳۳ |
| مخروط افکنه | ۱۵۴۶ | ۰/۰۲ |
| ناهمواری‌های کوتاه تخریبی | ۶۶۰۹۵۷ | ۹/۰۴ |
| نبکا | ۲۳۶۲۷ | ۰/۳۲ |
| جمع | ۷۳۰۸۰۷۱ | ۱۰۰ |

## بحث

به منظور تعیین قلمروی بیابان، رخساره‌های ژئومورفولوژیک خاص بیابان (معرفی شده در شیوه‌نامه‌ی اجرایی پروژه‌ی تحقیقاتی) از قبیل دشت‌سرها، بسترهای طغیانی شبکه‌ی آب‌ها، تپه‌های ماسه‌بادی، بدلندها، عوارض باد کندی شامل کلوت ـ یاردانگ ـ دشت‌های ریگی، دق‌ها، کویرها، جلگه‌های رسی و بالاخره سبخاها و شوره‌زارها شناسایی و تفکیک شدند. پس از مساحی هریک از این رخساره‌ها (جدول۱)، نسبت به جانمایی واحدهای مربوطه در قالب یک نقشه اقدام، و قلمروی بیابان از دیدگاه

ژئومورفولوژی تعیین شد (نقشه‌ی ۲).




نقشه‌ی ۲. قلمروی مناطق بیابانی استان یزد از نظر ژئومورفولوژی

**جدول۲. مساحت و درصد گسترش مناطق بیابان غیربیابان در استان یزد**

| ناحیه | مساحت (هکتار) | درصد |
|---|---|---|
| غیربیابانی | ۱۹۷۹۰۴۲ | ۲۷/۱ |
| نیمه‌بیابانی | ۱۹۷۱۱۸۷ | ۲۷ |
| بیابانی | ۲۳۵۷۷۸۴ | ۴۵/۹ |
| جمع | ۷۳۰۸۰۱۳ | ۱۰۰ |

نتیجه‌ها نشان دادند که تقریباً اکثر قریب به‌اتفاق عوارض ژئومورفولوژیکی خاص بیابان و از جمله مهم‌ترین آن‌ها، شامل تپه‌های ماسه‌ای (به فرم و شکل‌های گوناگون)، کویرها (با رخساره‌های متعدد بیابانی و کویری)، دشت‌سرها و جلگه‌های رسی (با انواع عوارض فرسایشی) و بالاخره بدلندها، در محدوده‌ی استان یزد وجود دارند. به‌علاوه، در محدوده‌های کوهستانی و پایکوه‌ها نیز عوارض متعددی به چشم می‌خورد که از آن‌ها صرفاً برای تعیین قلمروها استفاده شده است. این نقشه توزیعی نسبتاً یکنواخت از محدوده‌های بیابانی را نشان می‌دهد که عوامل و مسبب عمده و اصلی آن را می‌توان مترادف هورست و گرابن‌های ایران مرکزی دانست که به‌صورت برآمدگی‌های کوهستانی و تپه ماهورها و فروافتادگی‌ها (جلگه‌های رسی و پلایا) جلوه‌گر شده‌اند. دیگر این‌که حدود نیمی از سطح استان یزد، یعنی ۲۳۵۷۷۸۴ هکتار (۴۶ درصد) آن، در زمره‌ی بیابان‌های ژئومورفولوژیک قرار دارد که به صورت پیوسته، ولی در گستره‌ی استان پراکنده شده است.

زیرنویس

* عضو هیأت علمی مؤسسه‌ی تحقیقات جنگل‌ها و مراتع
** عضو هیأت علمی مرکز آموزش عالی ملاصدرای یزد
*** عضو هیأت علمی مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان یزد

1. Agnew
2. Cooke
3. Warren
4. Mabbutt
5. Thomas
6. Lustin
7. Lustig
8. Small
9. Keniek
10. Glacy
11. Alluval fans
12. Epandage plain
13. Aluvial plain
14. Wind shadow
15. Reg
16. Zibar
17. Clay plain
18. Clay pan
19. Sebkha
20. Bad lands
21. Nebka
22. Erg
23. Kalut & yardang
24. Playa
25. Salt pan

منابع


۱. احمدی، حسن (۱۳۷۵). معیار شناخت بیابان‌های ایران. مجله‌ی منابع طبیعی ایران. دانشگاه تهران. جلد ۵۱، شماره‌ی ۱، ص ۲۴-۱۱.

۲. احمدی، حسن (۱۳۸۰). ارزیابی کمی بیابان‌زایی جهت ارائه‌ی یک مدل منطقه‌ای. مطالعه‌ی موردی: دشت آق‌قلا و گمیشان در استان گلستان. مجله‌ی منابع طبیعی ایران. جلد ۵۴. شماره‌ی ۱. ص ۲۲-۳.

۳. اختصاصی، محمدرضا (۱۳۷۲). ژئومورفولوژی حوضه‌ی دشت یزد-اردکان. مرکز تحقیقات منابع طبیعی و امور دام استان یزد.

۴. ثروتی، محمدرضا (۱۳۷۱). مجموعه‌ی مقالات سمینار بررسی مسائل مناطق بیابانی و کویری ایران. جلد دوم. ویژگی‌های ژئومورفولوژیک دشت‌های مناطق بیابانی. ص ۵۸۳-۵۶۷.

۵. حسین‌زاده، سیدرضا (۱۳۷۸). تعیین قلمروی طبس با تکیه بر مطالعات تفصیلی ژئومورفولوژی و نقش فرایندهای دینامیک بیرونی و انسان در تشدید پدیده‌ی بیابان و بیابان‌زایی. رساله‌ی دکترا. دانشکده‌ی ادبیات و علوم انسانی. دانشگاه تهران.

۶. عطاپور، عباس؛ حسینی، مجید؛ و خسروشاهی، محمد (۱۳۸۳). شناسایی و تفکیک مناطق بیابانی از دیدگاه ژئومورفولوژی. فصل‌نامه‌ی پژوهشی مرتع و بیابان ایران.

۷. محمودی، فرج‌اله (۱۳۷۳). ژئومورفولوژی. جلد دوم. ژئومورفولوژی اقلیمی. انتشارات دانشگاه تهران.

8. Agnew, Clive- Ewan Anderson (1992). Water resources in the arid realm, Rutledge, London & New York.

9. Cooke, R. U. & Warren, A. (1973). Geomorphology in desert, Bats ford, London.

10. Mabbutt, J. (1977). desert landforms, Astralian national university press, Canberra.

11. Thomas, D. S. (ed) (1989). Arid zone geomorphology, Belhaven press, London.

12. Small, R. J. (1972). the study of landforms, CUP.

13. Lustig, L. K. (1968). Appraisial of research on geomorphology & surface hydrology of desert environments, in Mc Ginnies, W. G., Goldman, B. J. & Paylore, P., (eds) deserts of the world, University of Arizona Press, pp 95-286.

# آشنایی با ماهواره‌های هواشناسی و کاربردهای آن

**سیروس قنبری**
سرگروه جغرافیای آموزش و پرورش منطقه‌ی جی اصفهان
و دانشجوی دکترای جغرافیا دانشگاه اصفهان

**چکیده**

**پس از پرتاب ماهواره‌ها به فضا، دریچه‌ی جدیدی در علم شناسایی زمین و پدیده‌های آن ایجاد شد. با توجه به این که بیش از ۷۰ درصد سطح کره‌ی زمین را آب تشکیل می‌دهد و همیشه بیش از نیمی از سطح این کره در پوششی از ابر قرار دارد، یکی از هدف‌های اصلی مطالعه‌ی تصویرهای ماهواره‌ای، بررسی خصوصیات آب‌ها و به‌ویژه اقیانوس‌ها و همچنین رفتار ابرهاست. در این مقاله سعی شده است با بررسی تاریخچه‌ی ماهواره‌های هواشناسی، به بررسی کاربرد آن‌ها در مطالعات پدیده‌های سطح زمین پرداخته شود.**

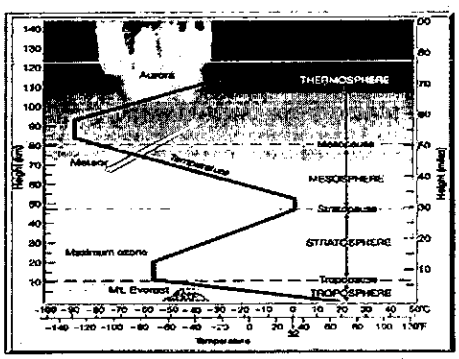
**مقدمه**

مهم‌ترین کاربرد اولیه‌ی ماهواره‌ها، استفاده از آن‌ها در ارتباطات و هواشناسی بود. اولین ماهواره‌ی هواشناسی آمریکا با نام «تیروس-۱»[1] در آوریل ۱۹۶۰ به فضا پرتاب شد. از آن زمان به بعد، سایر آژانس‌های فضایی آمریکا مانند «سازمان ملی و هوانوردی فضا»[1] (NASA) و «سازمان ملی جو و اقیانوس»[2] (NOAA)، ماهواره‌های متفاوت زمین‌آهنگ و خورشید آهنگ را با سنجنده‌های گوناگون و پیشرفته، برای مشاهده‌ی خصوصیات اتمسفر زمین و تغییرات اقلیمی به فضا پرتاب کرده‌اند. در سایر کشورها در گزارشات هواشناسی، چه در بعد منطقه‌ای و چه در بعد کشوری، از تصویرهای ماهواره‌ای استفاده می‌شود. در این مقاله، علاوه بر شرح کاربردهای اولیه‌ی ماهواره‌های هواشناسی، به برخی از کاربردهای کنونی آن‌ها در علم آب و هواشناسی می‌پردازیم.

## ۱. آشنایی با کاربردهای اولیه‌ی ماهواره‌های هواشناسی

اقیانوس‌ها و آب‌های شیرین، بیش از ۷۰ درصد از سطح کره‌ی زمین را پوشانده‌اند. به طور کلی، حدود ۵۰ درصد از خشکی‌ها و آب‌ها به دلیل پوشش ابری، از دید ماهواره‌های غیر راداری پنهان می‌مانند. برخی از مشاهدات دورسنجی، به صورت دوبعدی و شامل مشاهده‌ی سطح زمین هستند، ولی بسیاری از مشاهدات دورسنجی، مانند مشاهدات دورسنجی ژئوفیزیک، به صورت سه‌بعدی، اطلاعاتی را در مورد لایه‌های سطح زمین تهیه می‌کنند. مشاهدات اولیه‌ی دورسنجی هواشناسی، شامل مشاهداتی در مورد تغییرات پروفیل طولی اتمسفر زمین مانند دما و فشار بوده است. تصویر ۱ تغییرات دما و فشار در ارتفاع بالای سطح زمین را نشان می‌دهد.

پس از پرتاب ماهواره‌ی «اسپوتنیک»[3] در سال ۱۹۵۷، دریچه‌ی بزرگی در زمینه‌ی مشاهده‌ی مستقیم ویژگی‌های جوی، سیستم‌های هواشناسی، وضعیت اقیانوس‌ها و میزان بارندگی ایجاد شد




تصویر ۱. تغییرات ارتفاعی دما و فشار جو

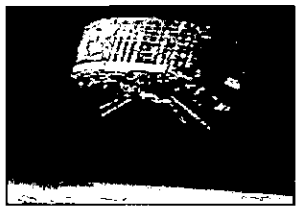
[rst. gsfc.nasa.gov/Intro]. با ترکیب تصویرهای ماهواره‌ای در سری‌های زمانی نزدیک به هم و تهیه‌ی موزاییک آن‌ها، به راحتی می‌توان تغییرات را در طول دوره‌های زمانی متفاوت، حتی در مقیاس

جهانی، مشاهده کرد. ماهواره‌های زمین‌آهنگ می‌توانند تغییرات لحظه‌ای جو را در هر نقطه از محدوده‌ی دید خود ثبت کنند. به کنایه می‌توان گفت، ابرها بیش‌ترین موضوعی هستند که در تصویرهای ماهواره‌ای می‌توان پیدا کرد و به عنوان هدف اولیه‌ی ماهواره‌های هواشناسی نیز شناخته شده‌اند [پیشین]. به‌علاوه، ماهواره‌های هواشناسی همراه با سنجنده‌هایی با قابلیت دریافت اطلاعات متعددی ساخته شده‌اند که می‌توانند، ویژگی‌های گوناگون هوا و اقیانوس‌شناسی مانند دمای استراتوسفر و تروپوسفر، میزان اشعه‌ی زمین، شیمی هوا (ازن، ترکیبات گوگرد و آئروسل‌ها) حرکات بادها، دریاها و یخ‌های اقیانوس‌ها و میزان ذخیره‌ی حیاتی اقیانوس‌ها را به‌دست آورند.

این نکته نیز قابل ذکر است که داشتن میدان دید وسیع، شرط لازم برای هر ابزار دورسنجی در هواشناسی است. در مشاهدات سیستم‌های هواشناسی، مهم‌ترین نکته نشان دادن وضعیت پوشش ابر و تغییرات دما در سطح وسیع است که این کار با استفاده از لنزهای با زاویه‌ی دید وسیع در تلسکوپ‌ها و یا داشتن ارتفاع زیاد در ماهواره‌ها انجام می‌شود. اغلب ماهواره‌های هواشناسی در فاصله‌ی صدها تا هزاران کیلومتری سطح زمین قرار گرفته‌اند، تا سطح بزرگی از سطح زمین را در یک زمان تحت پوشش قرار دهند. در این حالت، ابرها و سایر پدیده‌های هواشناسی در سطح منظر وسیعی برداشت می‌شوند تا به هواشناسان در طبقه‌بندی سیستم‌های هواشناسی متحرک کمک کنند. این کار پس از پرتاب ماهواره‌ی اسپوتنیک امکانپذیر شد.

تصویر ۲، موزاییک سطح نیمکره‌ی شمالی جو زمین را نشان می‌دهد. این تصویر با استفاده از دوربینی با لنزی دارای زاویه‌ی دید وسیع که در راکت «اروبی»[5] کار گذاشته شده بود، گرفته شده است. در تصویر ۲، چندین سیستم متفاوت ابر مشاهده می‌شود [پیشین]. اولین ماهواره‌ی آمریکا با هدف مشاهده و تهیه‌ی تصویر از سطح زمین با نام تیروس-۱ در اول آوریل ۱۹۶۰ به فضا پرتاب شد (تصویر ۳-الف). این ماهواره انرژی خود را با استفاده از ۹۲۶۰ باتری خورشیدی با عرض ۱۰۶ سانتی‌متر که در سطح خارجی آن تعبیه شده بود، فراهم می‌کرد. در این ماهواره دو دوربین با قدرت تفکیک مکانی کم و زیاد تعبیه شده بودند. در تصویر ۳-ب، یکی از اولین تصویرهای این ماهواره نشان داده شده است [rst.gsfc.nasa.gov/Sect3].

تصویر ۲. تصویر موزاییک شده از راکت اروبی



تصویر ۳ الف) ماهواره‌ی تیروس-۱

ب) اولین تصویرهای آن

از سال ۱۹۵۹ تاکنون، ماهواره‌های هواشناسی متعددی (حدود ۲۷۰ ماهواره) از کشورهایی چون آمریکا، روسیه (شوروی سابق)، ژاپن، چین، ایتالیا، فرانسه و آژانس فضایی اروپا برای تهیه داده‌های به‌روز هواشناسی و مشاهده و پیش‌بینی سیستم‌های هواشناسی و همچنین، مطالعات علمی به‌منظور درک بهتر جو، اقیانوس‌ها و نیروهای زمین (ماگنتوسفر و یونسفر) و مطالعات زیست‌محیطی، به فضا پرتاب شده‌اند [پیشین].

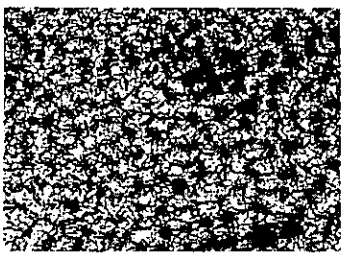
از مهم‌ترین کاربردهای ماهواره‌های هواشناسی در مطالعات سیستم‌های هواشناسی، مشاهده‌ی وضعیت اقیانوس‌ها، دریاچه‌ها و رودخانه‌ها، و همچنین تبخیر آب است. با افزایش کارایی سنجنده‌ها، توانایی سنجش دما و همچنین فشار (به صورت کیفی) به طور غیرمستقیم امکانپذیر شد. ضمن این‌که امکان اندازه‌گیری سرعت باد و میزان حرکت توده‌های هوا به صورت کمی نیز پدید آمد. ولی مشخص‌ترین عارضه‌ای که در تصویرهای ماهواره‌های هواشناسی به خوبی قابل تشخیص است، ابرها هستند. اغلب شکل‌های ابرها، مانند کومولوس، استراتوس، سیروس، نیمبوس و ترکیب آن‌ها، به‌طور بارز و آشکاری در بیش‌تر تصویرهای ماهواره‌ای مشخص هستند.

یکی از شکل‌های بارز و مرسوم ابرها حالت «پیچیده‌ی حلقوی»[6] است. این ابرها هسته‌ی بزرگی دارند که باعث ایجاد بارندگی و توفان‌های شدید مانند گردبادها می‌شوند. تصویری با دامنه‌ی دید وسیع، می‌تواند این سیستم را به‌طور کامل نشان دهد. تصویر ۴، ظهور توفانی را که جهت چرخش آن برخلاف جهت ساعت است، در ساحل‌های کالیفرنیا نشان می‌دهد. این تصویر توسط سنجنده‌ی «SeaWIFS» ماهواره‌ی «اُرب‌ویو-۲»[7] تهیه شده است [allmetsat.com].

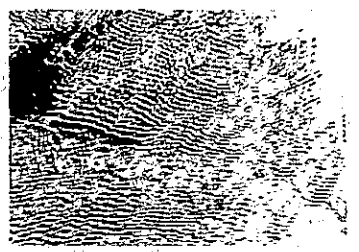
تصویرهای لندست نیز حدود ۱۸۰ کیلومتر از محل را نشان می‌دهند. این تصویرها شکل‌های ابرها را دقیق‌تر نشان می‌دهند. تصویر ۵، تصویر ابرهای استراتوکومولوس با هسته‌های ۱۵-۱۰ کیلومتری در اقیانوس آرام است. هنگامی که هوای گرم در اثر جریان همرفت بالا می‌رود و سرد می‌شود، ابرها متراکم می‌شوند و هوای سرد در اطراف هسته‌های ابر فرو می‌رود. فضای تیره‌ی اطراف هسته‌ی ابرهای تصویر ۵، اقیانوس نیست، بلکه توده‌ی نازکی از بخار آب با بازتاب کم است که در رابطه با هوای فشرده به وجود آمده

است. همچنین، ابرهای استراتوکومولوس می‌توانند مانند موج‌های ریپل مارک تپه‌های شنی ظاهر شوند که در تصویر ۶ تهیه شده از دریای «بارنتس»[۸] در نزدیکی شبه‌جزیره‌ی «کولا»[۹] به‌خوبی نشان داده شده است [پیشین].

تصویر ۴. تصویر ابرهای حلقوی در ساحل‌های کالیفرنیا

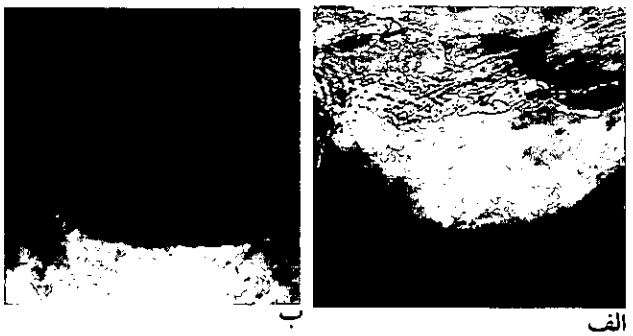


تصویر ۵. ابرهای استراتوکومولوس در تصویرهای لندست



تصویر ۶. ابرهای استراتوکومولوس موج‌دار

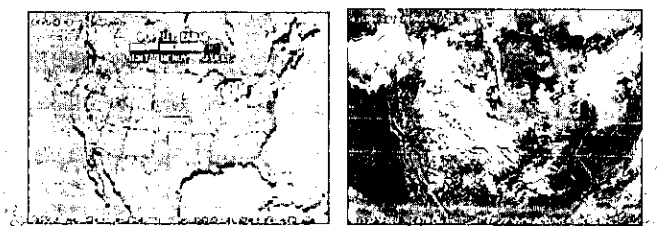
تصویر ۷، یکی دیگر از کاربردهای ماهواره‌ی «HCMM» را در شناسایی خصوصیات توده‌های هوا نشان می‌دهد. تصویر ۷ـ الف محلی را در محدوده‌ی مادون قرمز نزدیک (۰/۵ تا ۱/۱ میکرومتر) و تصویر ۷ـب، همان محل را در محدوده‌ی طیف مادون قرمز حرارتی (۱۰/۵ تا ۱۲/۵ میکرومتر) نشان می‌دهد [پیشین]. با نگاهی اجمالی به تصویر ۷ـالف، چنین استنباط می‌شود که توده‌ی متراکم ابر بر فراز سطحی سرد و بدون شکل گسترش یافته است که این اتفاق می‌تواند در هر جای سطح اقیانوس رخ دهد. ولی تصویر ۷ـب نشان می‌دهد که مناطق تیره خشکی هستند و سطح ابرها به طور یکسانی سرد شده‌اند. در تصویر ۷ـالف، سطح خشکی به صورت یکنواختی سرد و بنابراین فاقد شکل مشخص است. در تصویر ۷ـب، مرز بین خشکی و ابر سرد با استفاده از تفاوت بین توده‌ی هوای سردتر در شمال و هوای گرم‌تر در جنوب بارزتر شده است.



الف ب

تصویر ۷. تصویر ماهواره‌ی HCMM در دو طیف متفاوت مادون قرمز

در سال‌های اخیر، «سازمان ملی جو و اقیانوس آمریکا» سرویس هواشناسی ملی را با استفاده از رادار ایجاد کرده است. شبکه‌ی «NEXRAD» شامل رادارهای باند S در ۱۶۴ نقطه‌ی آمریکاست. این سیستم، قابلیت شناسایی و هشدار در زمینه‌ی توفان‌های سهمگین، گردبادهایی مانند تورنادو و سیلاب‌های سهمگین را داراست. تصویر ۸، وضعیت پراکنش ابر و بارندگی را در ۴۸ ایالت آمریکا نشان می‌دهد [daac.gsfc.nasa.gov].



تصویر ۸. وضعیت پراکنش ابر و بارندگی در ۴۸ ایالت آمریکا

در این بخش، به تاریخچه‌ای از موارد استفاده‌ی ماهواره‌ها در مشاهده‌ی روزانه‌ی تغییرات سیستم‌های جوی اشاره شد. در بخش بعدی، به ابزارهای رایج ماهواره‌های هواشناسی پرداخته می‌شود.

## ۲. ابزارهای رایج ماهواره‌های هواشناسی

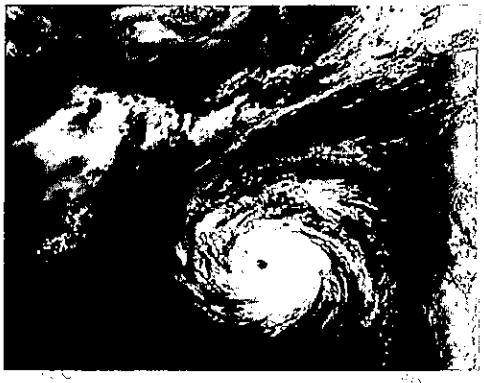
از رایج‌ترین ابزار مشاهدات ماهواره‌های هواشناسی، سنجنده‌هایی هستند که تصویرهای آن‌ها در طیف مرئی تهیه شده‌اند و مهم‌ترین هدف آن‌ها نیز ابرها (شامل نوع، پراکنش، اندازه، سرعت و جهت حرکت آن‌ها) هستند. ابرها و سایر اجزای سیستم هوا و همچنین اقیانوس‌ها در طیف‌های متفاوت مادون قرمز، به خوبی قابل شناسایی‌اند. آب و گازها در این محدوده‌ی طیفی، جذب قابل توجهی دارند. به‌طور کلی، در بحث هواشناسی ماهواره‌ای، هنگام صحبت از محدوده‌ی طیف مادون قرمز، توجه به باند مادون قرمز حرارتی معطوف می‌شود که در محدوده‌ی ۱۴ـ۱۰ میکرومتر است. در حالی که در محدوده‌ی ۵ـ۳ میکرومتر نیز به دلیل سردتر بودن ابرها از خشکی، و مشخص بودن محدوده‌ی آب از آن‌ها، از

باند مادون قرمز استفاده‌ی فراوانی می‌شود.

در ۲۵ سال اخیر، سنجنده‌ی تصویربرداری اکثر ماهواره‌های هواشناسی، «AVHRR»[۱۰] (تابش سنج پیشرفته با توان تفکیک بسیار بالا) است. این سنجنده پنج باند دارد که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آمده است. سنجنده‌ی مذکور هم‌اکنون روی ماهواره‌ی مدار قطبی «NOAA» و سری‌های ماهواره‌ی «GOES» نصب شده است [goes. noaa, gov, last Retrieved., ;nws. noaa. gov, last Retrieved]. قدرت تفکیک زمینی آن در نقطه‌ی نادیر با زاویه‌ی دید ۱/۴ میلی‌رادیان با ارتفاع ۸۳۰ کیلومتر، ۱۱۰۰ متر است و مساحتی برابر ۲۴۰۰ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد. تصویر ۹، گردباد دایانا در ساحل‌های شرقی آمریکا را نشان می‌دهد که با این سنجنده در طیف مرئی برداشت شده است [nws. noaa. gov, last Retrieved].

جدول ۱. ویژگی‌های سنجنده‌ی AVHRR

| شماره‌ی باند | طول موج (میکرومتر) | استفاده رایج |
|---|---|---|
| ۱ | ۰/۶۸_۰/۵۸ | ابرهای روز و نقشه‌برداری سطحی |
| ۲ | ۱/۰۰_۰/۷۲۵ | مرزهای آب و خشکی |
| ۳A | ۱/۶۴_۱/۵۸ | شناسایی برف و یخ |
| ۳B | ۳/۹۳_۳/۵۳ | نقشه‌برداری ابر شب، دمای سطح دریا |
| ۴ | ۱۱/۳۰_۱۰/۳۰ | نقشه‌برداری ابر شب، دمای سطح دریا |
| ۵ | ۱۲/۵۰_۱۱/۵۰ | دمای سطح دریا و بخار آب |



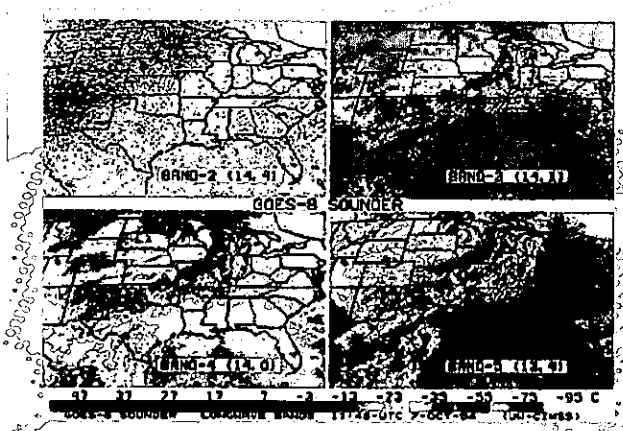
تصویر ۹. باند مرئی سنجنده AVHRR

از سایر سنجنده‌هایی که در ماهواره‌های هواشناسی از آن‌ها استفاده می‌شود، می‌توان به اسکن‌کننده‌ی خطی دو کاناله (OLS)[۱۱] نصب شده روی ماهواره‌ی DMSP[۱۲]، اسکن‌کننده‌ی شش کاناله‌ی رنگی نواحی ساحلی[۱۳] (CZCS) نصب شده روی «نیمبوس-۷»[۱۴] و طیف سنج نقشه‌بردار ازن[۱۵] (TOMS) در چندین ماهواره، اشاره کرد [rsd.gsfc.nasa.gav/goes و allmetsat.com]. همچنین از سنجنده‌های مایکروویو فعال[۱۶] (رادار) و غیرفعال[۱۷] نیز در برخی از ماهواره‌های هواشناسی استفاده شده است. از این سنجنده‌ها در شناسایی و ردیابی شکل‌های گوناگون بارندگی، مانند قطر ذرات، در سطح گسترده‌ای استفاده می‌شود.

از سنجنده‌های راداری که روی «سی ست»[۱۸] و سری‌های «SIR»[۱۹] نصب شده‌اند، در مطالعات مخصوص اقیانوس‌شناسی استفاده می‌شود [allmetsat.com]. ضمن این‌که ماهواره‌های نیمبوس-۵ و ۶ از «طیف سنج مایکروویو اسکن‌کننده‌ی الکتریکی»[۲۰] (ESMR) استفاده می‌کنند. در ماهواره‌ی نیمبوس-۷، از سنجنده‌ی دیگری با نام «طیف سنج مایکروویو اسکن‌کننده‌ی چند کاناله»[۲۱] (SMMR) استفاده می‌شود. همچنین، سنجنده‌ی مایکروویو «SSM/I»[۲۲] روی ماهواره‌ی «DMSP» مشغول برداشت داده است. سایر ماهواره‌های ژاپنی، اروپایی و کانادایی نیز سیستم‌های رادار و مایکروویو دارند [rst.gsfc.nasa.gav/sect14].

«ژرفاسنج»[۲۳] ابزار دیگری است که داده‌های مفیدی را به صورت سه‌بعدی از اعماق متفاوت جمع‌آوری می‌کند و توانایی مشاهده‌ی سطوح جو به صورت عمودی و از راه دور، به‌خصوص از سطح زیر جو را دارد. سنجنده‌های گوناگونی در این مورد وجود دارند، از جمله ژرفاسنج مادون قرمز با توان تفکیک بالا[۲۴] (HRIS) که با ۲۰ کانال از طیف مرئی تا ۱۵ میکرومتر را با توان تفکیک ۴۲ کیلومتر تحت پوشش قرار می‌دهد. از دیگر ژرفاسنج‌ها نیز می‌توان به «واحد ژرفاسنج مایکروویو»[۲۵] (MSU) و «ژرفاسنج آزمایشی گازها و آئروسل استراتوسفر»[۲۶] (SAGE) اشاره کرد [jpl.nasa.gov/education].

ژرفاسنج‌ها ابزار مناسبی برای تهیه‌ی داده‌هایی چون دما، تبخیر آب، ازون و روندیابی گازها هستند. آن‌ها می‌توانند سطح‌های متفاوتی از جو را ارزیابی کنند. برای مثال، در تصویر ۱۰ که از ژرفاسنج ماهواره‌ی GOES-8 تهیه شده است، نقشه‌ی دما در طول موج‌های گوناگون نشان داده شده است. هر نقشه‌ی دمایی، از طول موج‌های متفاوتی تشکیل شده است و هر کدام از این طول موج‌ها، بیانگر دمای ساطع شده از سطح‌های متفاوت ارتفاعی جو هستند. تسلسل نقشه‌ها از بالا سمت راست تا پائین سمت چپ، روندی از کاهش ارتفاع در یک سطح مشخص را نشان می‌دهد. نکته‌ی دیگر در تصویرها، روند افزایش دما از شمال غربی تا جنوب شرقی در هر یک از نقشه‌هاست [ghcc.msfc.nasa.gov/GOES].



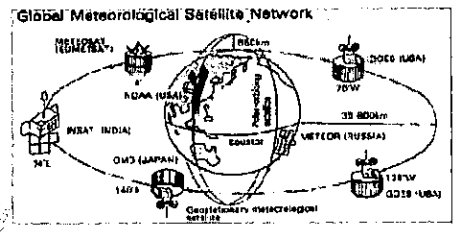

تصویر ۱۰. تصویرهای تهیه شده از ژرفاسنج GOES-8

## ۳. طبقه‌بندی ماهواره‌های هواشناسی

ماهواره‌های هواشناسی براساس ویژگی نوع مدار، به دو گروه اصلی تقسیم بندی می‌شوند. گروهی از آن‌ها ماهواره‌های زیست‌محیطی مدار قطبی[۲۷] (POES) هستند که با انحراف زیادی

نسبت به مدار گردش زمین به فضا پرتاب می‌شوند. این ماهواره‌ها که با نام «ماهواره‌های خورشید آهنگ» نیز شناخته می‌شوند، بنابر ویژگی‌های مداری، سرعت زاویه‌ای و میزان انحراف، از هر مکان در یک ساعت محلی معین تصویربرداری می‌کنند. از کاربردهای این ماهواره‌ها می‌توان به تهیه‌ی موزاییک‌های روزانه اشاره کرد که وضعیت کلی زمین را نشان می‌دهند [allmetsat.com].

گروه دیگری از ماهواره‌ها، «ماهواره‌های زیست محیطی زمین آهنگ»[۲۸] (GOES) که همراه با زمین حرکت می‌کنند. بدین معنی که مدار آن‌ها هم‌زمان با گردش نسبی کره‌ی زمین است؛ یعنی در ۲۴ ساعت گردش یک مدار کامل می‌شود. برای چنین حالتی، این ماهواره‌ها باید با سرعتی برابر ۳/۰۷ کیلومتر در ثانیه، در ارتفاع ۳۵۷۸۰ کیلومتری از سطح زمین قرار بگیرند. بنابراین، ماهواره روی یک نقطه‌ی زمین ثابت می‌شود و بدون هیچ تغییری نسبت به سطح زمین، شروع به تصویربرداری می‌کند. تصویر ۱۱، شبکه‌ی ماهواره‌های هواشناسی را در دو طبقه‌بندی ذکر شده نشان می‌دهد [rst.gsfc.nasa.gov/sect14؛ و: ghcc.msfc.nasa.gov/GOES].




تصویر ۱۱. انواع ماهواره‌های هواشناسی

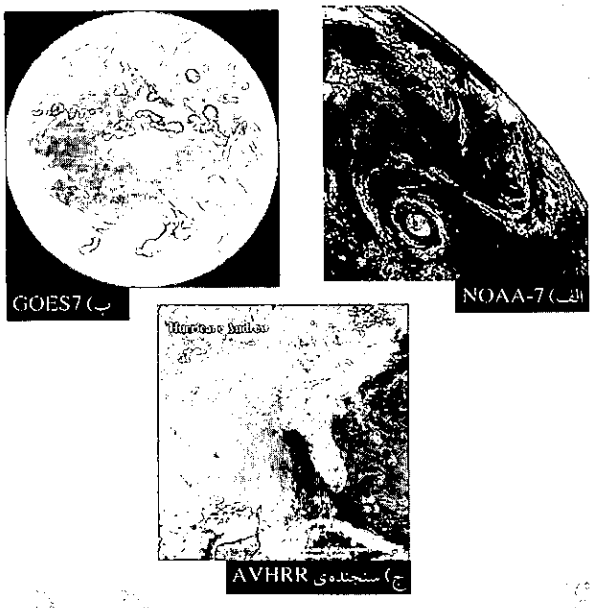
## ۴. بررسی برخی از کاربردهای عملی ماهواره‌های هواشناسی

### ۴ـ۱. پیش‌بینی گردبادهای سهمگین

در اواخر آگوست ۱۹۹۲، توفان «آندرو» که یکی از چهار گردباد سنگین تاریخ آمریکاست، اتفاق افتاد. اگرچه این گردباد قطر کوچکی داشت، ولی بسیار سهمگین بود (سرعت ۲۴۰ کیلومتر در ساعت). با استفاده از تصویرهای ماهواره‌های هواشناسی، شدت و جهت آن تخمین زده و هشدارهای لازم در مورد آن به مردم داده شد. اگرچه میزان خسارات مالی این توفان بسیار زیاد بود (۳۰ میلیارد دلار)، ولی به دلیل هشدارهای به‌موقع، از میزان خسارات انسانی به میزان قابل توجهی کاسته شد.

تصویر ۱۲، این توفان را با استفاده از سه سنجنده‌ی متفاوت نشان می‌دهد [rst.gsfc.nasa.gov/sect13]. تصویر ۱۲ـالف، تصویر ماهواره‌ی «NOAA-2» است که برخورد گردباد را با ساحل‌های فلوریدا نشان می‌دهد. تن‌های تیره در تصویر بیانگر میزان شدت است. تصویر ۱۲ـب، منظره‌ای از سطح کامل زمین را با استفاده از ماهواره «GOES-7» در ۲۵ آگوست ۱۹۹۲، هنگامی که گردباد به نواحی نیواورلئان رسیده است، نشان می‌دهد. این منظره مقیاس پراکنش گردباد را در قوی‌ترین حالت خود نشان داده است. گسترش ابرها در این گردباد تا به‌حال در هیچ توفان دیگری دیده نشده است. تصویر ۱۲ـج، تصویر ترکیبی از سنجنده‌ی «AVHRR» است که در آن، رنگ قرمز باند ۰/۹ میکرومتر، رنگ سبز باند ۱/۵ میکرومتر و رنگ آبی باند ۳/۵ میکرومتر را نشان می‌دهد. در این تصویر، ساختار تکامل یافته‌ی گردباد و چرخش برخلاف جهت ساعت سیستم و منطقه‌ی کم‌فشار آن به‌خوبی مشخص است.

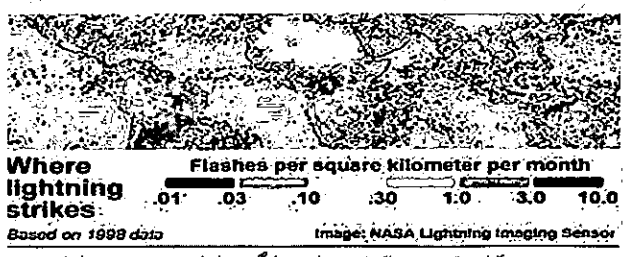
تصویر ۱۲. تصویرهای گردباد آندرو با استفاده از ماهواره‌ی:




### ۴ـ۲. تهیه‌ی نقشه‌ی پراکنش برخورد صاعقه

خطر برخورد صاعقه، یکی دیگر از خطراتی به شمار می‌رود که اغلب با توفان‌های سهمگین همراه و برخی اوقات کشنده است. سالانه هزاران تخلیه‌ی صاعقه صورت می‌گیرد. تصویر ۱۳، توزیع جغرافیایی میانگین تعداد برخورد صاعقه را در دوره‌ی پنج ساله، از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۰، در سطح جهان نشان می‌دهد [rst.gsfc.nasa.gov/sect14]. داده‌های حاصل با استفاده از آشکارگر عبور صاعقه‌ی سازمان ناسا[۲۹] و نیز سنجنده‌ی تصویربردار نوری[۳۰] ماهواره‌ی «TRMM» تهیه شده‌اند. همان‌طور که در نقشه مشخص است، بیش‌ترین برخورد صاعقه، در مرکز قاره‌ی آفریقا و آمریکای جنوبی اتفاق افتاده است. همچنین، می‌توان نقشه‌ی جهانی ماهانه‌ی برخورد صاعقه را تهیه کرد (تصویر ۱۴) که با نقشه‌ی پنج ساله مطابقت دارد [پیشین].

تصویر ۱۳. نقشه‌ی پراکنش جهانی میانگین پنج ساله‌ی برخورد صاعقه




تصویر ۱۴ . نقشه‌ی پراکنش جهانی میانگین ماهانه‌ی برخورد صاعقه

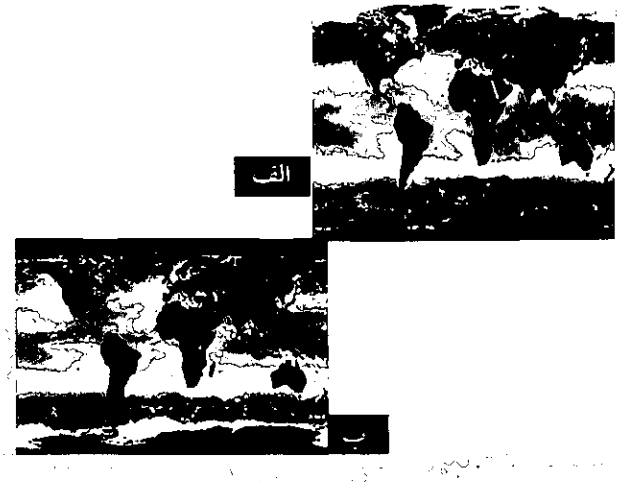
### ۴ـ۳ . مشخص کردن ویژگی اقیانوس‌ها

یکی دیگر از کاربردهای ماهواره‌های هواشناسی، مشاهده‌ی تغییرات اقیانوس‌هاست . انواع داده‌های اخذ شده توسط سنجنده‌ی ماهواره‌ها از اقیانوس‌ها عبارتند از : دمای سطح دریا[۳۱] (SST) ، الگوی جریان‌های اقیانوسی[۳۲] ، شکل گرداب‌ها ، وضعیت آب‌های بالادست ، رفتار بادهای سطحی ، حرکت موج‌ها ، رنگ اقیانوس‌ها (که بیانگر تراکم فیتوپلانکتون‌هاست) و وضعیت یخ‌های دریا در عرض‌های بالاتر .

#### ۱ـ۳ـ۴ . تعیین دمای سطح دریا

با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای می‌توان دمای روزانه‌ی سطح آب را به‌دست آورد که به آن دمای سطح دریا نیز گفته می‌شود . تصویر ۱۵ ، نمونه‌ای از نقشه‌ی SST روزانه را نشان می‌دهد [new.noaa.gov,last Retrieved] . با ترکیب داده‌های روزانه ، می‌توان دمای ماهانه‌ی SST را برای ماه‌های متفاوت به‌دست آورد . تصویر ۱۵ـالف ، SST ماهانه در ماه ژانویه و تصویر ۱۵ـب ، SST ماهانه در ماه جولای را نشان می‌دهد . در این تصویرها ، رنگ‌های قرمز و زرد ، آب‌های گرم و رنگ‌های آبی و ارغوانی ، آب‌های سرد را نشان می‌دهند . با نگاهی اجمالی و کلی به تصویر ۱۵ می‌توان چنین برداشت کرد که بین دمای سطحی دریاها در فصل‌های گوناگون ، تفاوت‌های زیادی وجود ندارد . ولی با نگاه دقیق‌تر و عمیق‌تر تفاوت‌ها مشخص می‌شوند . به‌طور کلی ، دمای اقیانوس‌ها در حدی متوسط حفظ می‌شود و تغییرات اندکی در دمای آن به‌وجود می‌آید .

تصویر ۱۵ . دمای سطحی دریا در ماه ژانویه (الف)(ب) با استفاده از سنجنده‌ی AVHRR ماهواره‌ی NOAA و ماه جولای



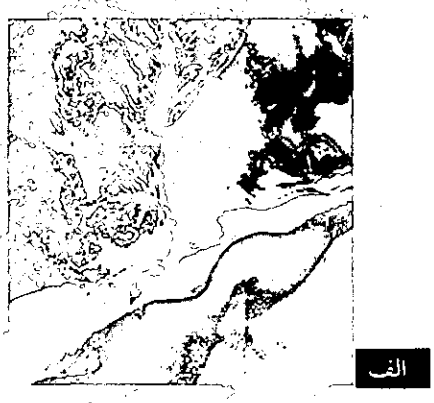

همچنین با استفاده از سنجنده‌ی گرمایی ماهواره‌ی اُرب‌ویو-۲ نیز می‌توان SST را به‌دست آورد [jpl.nasa.gov/education] . تصویر ۱۶ ، نقشه‌ی SST حوالی کانال پاناما را نشان می‌دهد . در این تصویر ، آب‌های گرم اقیانوس اطلس (حاصل از جریان گلف استریم) و آب‌های سرد اقیانوس آرام (سمت چپ) به خوبی مشخص هستند .

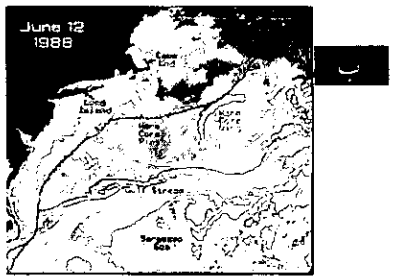
تصویر ۱۶ . نقشه‌ی دمای سطح دریا با استفاده از ماهواره‌ی اُرب‌ویو-۲

#### ۲ـ۳ـ۴ . مشخص کردن جریان‌های اقیانوسی با استفاده از SST

جریان‌های اقیانوس‌ها مانند گلف استریم ، از توزیع مجدد آب‌های گرم مناطق گرمسیری که به سمت آب‌های سرد عرض‌های بالاتر می‌روند ، به‌وجود می‌آیند [ghcc.msfc.nasa.gov/GOES] . تصویر ۱۷ـالف ، تصویر رنگی‌شده‌ی حرارتی «HCMM» را نشان می‌دهد که در آن جریان گلف‌استریم در ساحل‌های «ویرجینیا» به خوبی مشخص است . تصویر ۱۷ـب ، مشابه این تصویر را در ساحل‌های شرقی ، همراه با دمای سطح آب که با استفاده از الگوریتم‌های خاص ، و نیز کانال‌های گوناگون سنجنده‌ی «AVHRR» ماهواره‌ی «NOAA-۱۴» تهیه شده است ، نشان می‌دهد . تصویر ۱۷ـج نیز نشان‌دهنده‌ی همان منطقه با استفاده از سنجنده‌ی «MODIS» ماهواره‌ی «Terra» در محدوده‌ی باند ۱۱ تا ۱۲ میکرون است . در این تصویر ، اختلاف دما بین جریان اصلی گلف‌استریم (رنگ قرمز) و آب‌های اطراف آن به خوبی مشخص است .

تصویر ۱۷ . تشخیص جریان گلف استریم در ساحل‌های آمریکا با استفاده از سنجنده‌های HCMM (الف) ، AVHRR (ب) ، و MODIS (ج)



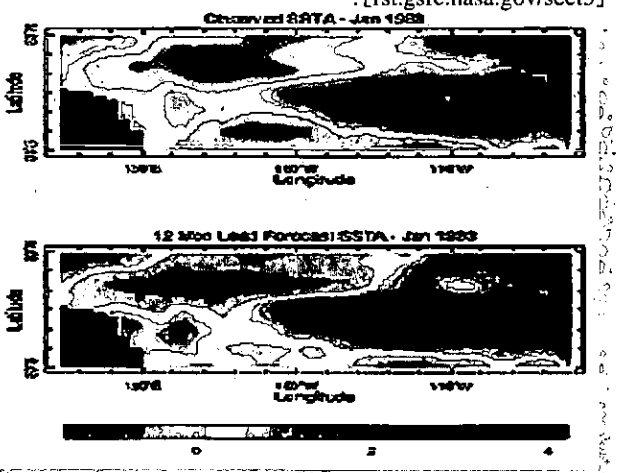



ب

ج

### ۳ـ۳ـ۴ . تشخیص پدیده‌ی ال‌نینو

از کاربردهای دیگر SST، تشخیص پدیده‌ی ال‌نینو[33] است . این پدیده که به زبان اسپانیایی به معنای «کودک کوچک» است، در نیمکره‌ی جنوبی زمین و هنگام کریسمس تشکیل می‌شود . ال‌نینو به علت تغییرات فشار جوی شرق اقیانوس آرام، و گرم شدن آب‌های نیمکره‌ی جنوبی به‌وجود می‌آید . این پدیده می‌تواند تغییراتی را در رژیم جوی آمریکا ایجاد کند؛ از جمله بارش‌های غیرمعمول و وقوع سیل در برخی از ایالت‌های آمریکا . توفان «فروکیوس»[34] که یکی از گردبادهای فصلی به‌شمار می‌رود، حاصل همین پدیده‌ی هواشناسی است . تصویر ۱۸ ، تغییرات دمای سطح دریا را بین استرالیا و آمریکای جنوبی در ماه ژانویه نشان می‌دهد که تغییرات دمایی، بیانگر تشکیل آهسته‌ی پدیده‌ی ال‌نینو و حرکت آن به سوی ساحل‌های آمریکاست [rst.gsfc.nasa.gov/sect3] .




تصویر ۱۸ . تغییر SST و تشکیل پدیده‌ی ال‌نینو

## ۵ . نتیجه‌گیری و پیشنهادها

با استفاده از تصویرهای ماهواره‌ای و سنجنده‌های گوناگون آن‌ها که بیش‌ترشان بزرگ مقیاس هستند و همچنین، با توجه به این که داده‌های آن‌ها مانند سنجنده‌ی «AVHRR» ماهواره‌ی «NOAA» به روز و ساعت در اختیار کاربران قرار دارد، می‌توان با استفاده از داده‌های آن‌ها، تغییرات اتمسفری را به صورت دقیق و به‌روز در اختیار داشت . ضمن این که با گسترش استفاده از سنجنده‌های گوناگون و در اختیار داشتن تجربیات دیگران، می‌توان با داده‌های آن‌ها، بررسی پدیده‌های متفاوت و خاص جوی مانند بررسی پراکنش صاعقه و پیش‌بینی سیل و... را انجام داد . علاوه بر این پیشنهاد می‌شود، سایر سنجنده‌های هواشناسی همچون «TRMM» و یا «SSM/I» نیز در تحقیقات آب و هواشناسی کشور به‌کار گرفته شوند .

زیرنویس

1. TIROS-1
2. National Aeronautics and Space Administration
3. National Oceanic and Atmospheric Administration
4. Sputnik
5. Aerobee
6. Spiral swirl
7. Orb View2
8. Barents
9. Kola
10. Advanced Very High Resolution Radiometer
11. Operational Line Scanner
12. Defense Meteorological Satellite Program
13. Coastal Zone Color Scanner
14. Nimbus-7
15. Ozone Mapping Spectrometer
16. Active Microwave
17. Passive Microwave
18. Seasat
19. Shuttle Imaging Radar
20. Electrically Scanning Microwave Radiometer
21. Scanning Multichannel Microwave Radiometer
22. Special Sensor Microwave Imager
23. Sounder
24. High Resolution Infrared Sounder
25. Microwave Sounder Unit
26. Stratospheric Aerosol and Gas Experiment
27. Polar Orbiting Environmental Satellite
28. Geostationary Operational Environmental Satellite
29. NASA's Optical Transient Detector
30. Lightning Imaging Sensor
31. sea-surface temperature
32. oceanic-current patterns
33. El Nino
34. Ferocious

منابع

1. http://www.allmetsat.com/en/sat_geo.html, Last Retrieved: 06-05-2005
2. http://daac.gsfc.nasa.gov/CAMPAIGN_DOCS 8, Last Retrieved: 21-05-2005
3. http://www.ghcc.msfc.nasa.gov/GOES, Last Retrieved: 26-07-2005
4. http://www. geos.noaa.gov, Last Retrieved: 26-07-2005
5. http://www. nws.noaa.gov, Last Retrieved: 26-07-2005
6. http://www. rsd.gsfc.nasa.gov/goes, Last Retrieved: 02-01-2005
7. http://rst.gsfc.nasa.gov/Intro/Part2_1b.html, Last Retrieved: 26-07-2005
8. http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect3, Last Retrieved: 21-06-2005
9. http://rst.gsfc.nasa.gov/Sect14, Last Retrieved: 02-01-2005
10. http://www. jpl.nasa.gov/education, Last Retrieved: 17-05-2005

# رتبه بندی سطح توسعه یافتگی شهرستان های استان سمنان

دکتر علی‌اکبر امین بیدخت*
دانشگاه سمنان

**چکیده**

پژوهش حاضر به منظور تعیین سطح توسعه یافتگی بخش‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شهرستان‌های استان سمنان و رتبه‌بندی آن‌ها براساس میزان توسعه یافتگی، برای هدایت برنامه‌ریزان و سیاستمداران در تعیین اولویت سرمایه‌گذاری در شهرستان‌ها انجام گرفت. بدین‌منظور، ۱۴۲ شاخص برای هر یک از شهرستان‌های استان سمنان (سمنان، دامغان، شاهرود، گرمسار) در ۹ بخش به تفکیک طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹، به‌عنوان متغیرهای قابل استفاده در امر تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. این بخش‌ها عبارتند از جمعیت و اشتغال، آموزش، فرهنگ و هنر، عمران شهری، عمران روستایی، بهداشت و درمان، حمل‌ونقل و ارتباطات، صنعت و معدن.

جمع‌آوری اطلاعات از طریق تحقیقات کتابخانه‌ای، بررسی اسناد و مدارک موجود، مراجعه به «آمارنامه‌ی استان سمنان» در سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ و سایر اسناد و مدارک مستند اطلاعات کمی هر یک از متغیرها انجام گرفت. داده‌های به‌دست آمده با استفاده از تحلیل عاملی (روش مؤلفه‌ی اصلی) و نرم‌افزار SPSS تحلیل و تفسیر شدند. نتایج حاصل نشان داد، شهرستان سمنان با فاصله‌ی زیادی نسبت به شهرستان‌های دیگر در رتبه‌ی اول، شهرستان شاهرود در رتبه‌ی دوم، شهرستان گرمسار در رتبه‌ی سوم و شهرستان دامغان با فاصله‌ی نسبتاً زیادی در رتبه‌ی چهارم قرار دارد.

**واژگان کلیدی**: سطح توسعه یافتگی، تولید ناخالص ملی، رفاه اقتصادی، شاخص‌های اجتماعی، رتبه‌بندی

## ۱. مقدمه

توسعه، تغییری بنیادی در متغیرهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی هر جامعه محسوب می‌شود و تحقق آن، مستلزم ایجاد هماهنگی بین ابعاد گوناگون آن است. توسعه‌ی اقتصادی پایدار بدون توسعه‌ی فرهنگی، اجتماعی و سیاسی امکانپذیر نیست و توسعه‌ی فرهنگی، اجتماعی و سیاسی نیز بدون نگرش منطقی و علمی به مسأله‌ی توسعه‌ی اقتصادی در بلند مدت، راه به‌جایی نخواهد برد. از طرف دیگر، برای هماهنگی هدف‌های ملی و بخشی با واقعیات منطقه‌ای، لازم است که در چارچوب سیاست‌های توسعه‌ی کلان و بخشی، سیاست‌های توسعه‌ی منطقه‌ای و ناحیه‌ای (شهرستان) نیز مورد توجه قرار گیرند تا بتوان سیاست‌های کلان را با قابلیت‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی منطقه‌ای سازگار کرد. همچنین، در فرایند اجرای برنامه‌ی سوم توسعه، می‌باید به توزیع مناسب بین فعالیت‌ها براساس قابلیت سنجی، مزیت‌نسبی و محدودیت‌های شهرستان‌ها نسبت به یکدیگر همت گماشت.

در مجموع می‌توان گفت، اگر توزیع منابع براساس بررسی قابلیت‌ها و مزیت‌های نسبی بالفعل و بالقوه‌ی منطقه‌ای انجام پذیرد، هدف‌های ملی و استانی نیز قابلیت حصول بیش‌تری خواهند داشت. باید پذیرفت، قابلیت‌ها و مزیت‌های موجود ریشه در فعالیت‌های مستمر و دراز مدت نهادهای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی دارند که باید در زمان‌های خاص (برنامه‌های پنج ساله)، اثرات این فعالیت‌ها در مناطق (شهرستان‌ها) ارزیابی شوند. غفلت

از بررسی دقیق اثر این فعالیت‌ها که فرایند توسعه‌ی منطقه‌ای را محقق می‌سازند، به مرور زمان سبب عدم تعادل منطقه‌ای خواهد شد و عواقب و تأثیرات ناخوشایندی، نه تنها از نظر اجتماعی، بلکه از لحاظ دستیابی به هدف‌های توسعه خواهد داشت.

برای فراهم آوردن بستر توسعه‌ی منطقه‌ای، مقایسه‌ی شاخص‌ها در شهرستان‌های یک استان در بخش‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی در ابتدا و انتهای هر برنامه، امری ضروری است و این مهم به شناسایی وضع موجود همه‌ی شاخص‌های توسعه در هر یک از شهرستان‌ها و رتبه‌بندی آن‌ها از نقطه نظر توسعه یافتگی یا محرومیت با استفاده از روش‌های علمی نیاز دارد. تعیین و اندازه‌گیری سطح توسعه یافتگی شهرستان‌های استان می‌تواند، موقعیت‌ها و نارسایی‌های موجود را مشخص کند. همچنین، پرداختن به علل عقب‌ماندگی و شناخت بخش‌های توسعه نیافته‌ی برخی مناطق باعث می‌شود، برنامه‌ریزان در تخصیص بهینه‌ی اعتبارات و حرکت به سوی عدالت اجتماعی که از جمله هدف‌های برنامه برای برطرف کردن ناهماهنگی‌های توسعه بین شهرستان‌هاست، توفیق یابند. از طرف دیگر، شناخت وضعیت برخورداری شهرستان‌ها، مسؤولان برنامه‌ریزی استان را قادر می‌سازد، تا در سیاستگذاری‌ها و تعیین اولویت سرمایه‌گذاری‌ها اصلاحات لازم را به عمل آورند.

در این تحقیق تلاش بر این است که سطح توسعه یافتگی بخش‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شهرستان‌های استان سمنان مشخص شود و برای استفاده‌های بعدی و هدایت برنامه‌ریزی (برای مثال در تعیین اولویت‌های سرمایه‌گذاری در شهرستان‌ها)، این شهرستان‌ها براساس میزان توسعه یافتگی رتبه‌بندی می‌شوند.

به منظور شناسایی وضع موجود، شاخص‌هایی مرتبط با توسعه‌ی هر شهرستان در نظر گرفته شد و سپس این شاخص‌ها با استفاده از روش‌های ریاضی به منظور رتبه‌بندی شهرستان‌ها از نقطه نظر توسعه یافتگی یا محرومیت، با یکدیگر ترکیب شدند. در نتیجه، در این تحقیق، تعیین سطح توسعه یافتگی بخش‌های مختلف در شهرستان‌های استان سمنان و همچنین رتبه‌بندی آن‌ها، براساس میزان توسعه یافتگی صورت گرفته است. این رتبه‌بندی ابزاری است که می‌تواند، هشدارهای لازم را در جهت‌گیری‌های تخصیص منابع مالی و انسانی ارائه دهد.

## ۲. بررسی مبانی نظری تحقیق

### ۲-۱. مروری بر دیدگاه‌های نظری

برای مقایسه و رتبه‌بندی شهرستان‌ها از نظر سطح توسعه یافتگی یا عدم برخورداری، که متضاد با توسعه است، ابتدا باید تعریف دقیق و روشنی از معنای توسعه و هدف‌های آن ارائه شود؛ زیرا فرایند صفات متعددی که به صورت شاخص‌های کمی بیان می‌شوند، موجب توسعه‌ی مناطق می‌گردد. در نتیجه، ابتدا سعی می‌کنیم، تعریفی از توسعه ارائه دهیم:

#### ۲-۱-۱. معنای توسعه

- توسعه‌ی اقتصادی به زبان ساده عبارت است از: رشد اقتصادی همراه با تغییرات و تحولات کیفی.
- توسعه به معنی ارتقای مستمر کل جامعه و نظام اجتماعی به سوی زندگی بهتر و انسانی‌تر است.
- توسعه فرایند بهبود بخشیدن به کیفیت زندگی تمامی مردم است.

سه جنبه‌ی مهم توسعه عبارتند از:

**الف)** ارتقای سطوح زندگی مردم، یعنی سطح درآمد و مصرف موادغذایی آن‌ها. سطح خدمات پزشکی، سطح آموزش و غیره، از طریق فرایندهای مناسب رشد اقتصادی.

ب) ایجاد شرایطی که موجب رشد «عزت نفس» مردم شود، از طریق استقرار نظام‌ها و نهادهای اجتماعی، سیاسی و اقتصادی که متناسب با شأن و احترام انسانی باشد:

ج) افزایش آزادی‌های مردم در انتخاب، از طریق وسعت بخشیدن به حدود متغیرهای انتخاب آن‌ها؛ برای مثال: افزایش در تنوع کالاها و خدمات مصرفی (تودارو، ۱۳۷۲، ص ۸۴۷).

#### ۲-۱-۲. هدف‌های توسعه

**الف)** امکان دسترسی بیش‌تر به کالاهای تداوم بخش زندگی، مانند: غذا، مسکن، بهداشت، امنیت و توزیع گسترده‌تر این گونه کالاها.

ب) افزایش سطح زندگی، از جمله درآمد بالاتر، تأمین اشتغال بیش‌تر، آموزش بهتر و توجه بیش‌تر به ارزش‌های فرهنگی و انسانی؛ یعنی تمام آنچه که نه فقط به پیشرفت مادی کمک می‌کند، بلکه احترام به نفس شخصی و ملی بیش‌تری نیز ایجاد می‌کند.

ج) گسترش دامنه‌ی انتخاب اقتصادی و اجتماعی افراد و ملل از طریق رهایی آنان از قید بردگی و وابستگی، نه تنها نسبت به سایر افراد و کشورها، بلکه همچنین نسبت به نیروی جهل و بدبختی بشری (تودارو، ۱۳۷۲، ص ۱۳۹).

#### ۲-۱-۳. اندازه‌گیری توسعه‌ی اقتصادی

توسعه‌ی اقتصادی را از طریق اندازه‌گیری میزان افزایش چهار عامل می‌توان تشخیص داد:

**الف)** درآمد یا تولید ناخالص ملی (G.N.P). در طول یک دوره‌ی بلند مدت اقتصادی.

ب) درآمد ناخالص سرانه‌ی ملی. میر[1] در تعریف توسعه‌ی اقتصادی می‌گوید: «توسعه‌ی اقتصادی روندی است که در طول آن، درآمد حقیقی سرانه در بلند مدت افزایش می‌یابد.» اگر بخواهیم نشان دهیم که اقتصادی رشد داشته است، حتماً باید نرخ رشد درآمد واقعی سرانه بیش‌تر از نرخ رشد جمعیت باشد.

ج) رفاه اقتصادی. توسعه‌ی اقتصادی جریانی است که در طول آن، مصرف کالا و خدمات به‌طور فردی، افزایش می‌یابد.

د) شاخص‌های اجتماعی. این شاخص‌ها که عبارتند از: بهداشت تغذیه، آموزش و پرورش، اشتغال، حمل‌ونقل، مسکن، استفاده از تسهیلات زندگی روزمره، تفریحات سالم، امنیت اجتماعی و غیره، بر تغییرات کیفی در روند توسعه‌ی اقتصادی تأکید دارند (قره‌باغیان، ۱۳۷۰، ص۸).

## ۲-۲. شناسایی متغیرها و شاخص‌های مناسب

کوهن[2]، در کتاب خود درباره‌ی خصوصیات لازم برای شاخص «خوب»، «مطلوب» و یا «موجه» که در بحث توسعه مطرح است، به موارد زیر اشاره کرده است:

الف) شاخص و یا اطلاعاتی که بر پایه‌ی آن شاخص مورد نظر محاسبه می‌شود، باید از پیش مهیا باشد.

ب) شاخص خوب به سادگی قابل درک است.

ج) برای این‌که شاخص، کارایی داشته باشد، باید درباره‌ی پدیده‌ای باشد که قابل اندازه‌گیری است.

د) هر شاخص وقتی بسیار سودمند است که بر پایه‌ی اطلاعاتی ساخته شده باشد که بتوان آن را برای مقایسه‌ی مناطق گوناگون جغرافیایی متفاوت مورد استفاده قرار داد. از طریق این شاخص باید بتوان، تصویری مناسب از توزیع توسعه‌یافتگی به دست داد.

نظر به این‌که واژه‌ی توسعه، به‌طور کلی و یا به صورت‌های توسعه‌ی انسانی و توسعه‌ی پایدار، مفهومی است انتزاعی، نمی‌توان آن را به‌طور مستقیم اندازه گرفت. براساس این تعریف از توسعه که توسعه فرایندی است چند بعدی، اندازه‌گیری آن مستلزم گزینش و انتخاب شاخص‌ها و معیارهایی است که دامنه‌ی هرچه گسترده‌تری از فرایندهای توسعه را پوشش دهند. اصولاً در تعریف شاخص عنوان می‌کنند، ابزاری است که خصوصیات‌های عموماً کیفی را در قالب کمیت بیان و آنان را قابل بررسی و ارزشیابی می‌کند. در هر حال، با توجه به مفهوم توسعه‌ی انسانی و توسعه‌ی پایدار و با در نظر گرفتن این مطلب که در بحث توسعه اصولاً انسان مطرح است، در این تحقیق سعی شده است، تا حد امکان شاخص‌هایی انتخاب شوند که به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم با رفاه فرد، خانوارها و گروه‌های اجتماعی ارتباط داشته باشند، و یا شاخص‌ها به گونه‌ای تعدیل شوند که این مقصود حاصل آید.

در طبقه‌بندی شاخص‌ها دو نوع شاخص قابل شناسایی است: شاخص‌هایی که علت و موجب توسعه‌اند، در مقابل شاخص‌هایی که از آثار و نتایج توسعه هستند و یا به بیان دیگر، معلول توسعه‌اند. البته بیان این نکته لازم است که در اکثر موارد، تعیین دقیق این‌که شاخص مورد نظر از جمله علت‌هاست یا معلول‌ها، کار ساده‌ای نیست. از طرف دیگر، شاخص‌های انتخابی باید تا حد امکان همسو باشند تا بتوان نوعی رابطه‌ی علیت بین آن‌ها و توسعه‌ی اقتصادی برقرار کرد. بنابراین، شاخص‌ها به نحوی تنظیم شده‌اند که بزرگ بودن عدد شاخص امتیاز محسوب می‌شود و نشان‌دهنده‌ی اهمیت بیش‌تر و یا برخورداری بیش‌تر، از عامل مورد نظر است. در رابطه با انتخاب شاخص‌ها دو مشکل دیگر نیز وجود دارد:

الف) وابستگی شاخص‌های انتخاب شده؛

ب) عدم مشخص بودن ضریب اهمیت هر شاخص در مقوله‌ی توسعه.

از آن‌جا که در مطالعات توسعه، از یک‌طرف تنوع شاخص‌ها مطلوب است و از طرف دیگر، اگر بتوان بیش‌ترین تفاوت‌های موجود بین دو منطقه را با انتخاب کم‌ترین شاخص توضیح داد، خود از جمله محاسن تحلیل به شمار می‌رود، به منظور حل مشکلات فوق، فکر استفاده از شاخص‌های تلفیقی و روش‌های تحلیل عاملی در ادبیات طبقه‌بندی مطرح شد.

## ۳. روش تحقیق

با توجه به این‌که هدف از انجام این تحقیق، تعیین میزان توسعه یافتگی و سطح رفاه نسبی در شهرستان‌های استان سمنان و همچنین، رتبه‌بندی سطح توسعه‌یافتگی شهرستان‌هاست، روش تحقیق موردی و زمینه‌ای را برگزیدیم. در این روش، موقعیت قبلی و فعلی شاخص‌های مؤثر بر سطح توسعه‌یافتگی شهرستان‌ها بررسی می‌شود و بین بخش‌های گوناگون اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی شهرستان‌ها مقایسه‌های موردی صورت می‌پذیرد.

برای انجام این مطالعه از تئوری تحلیل عاملی (روش مؤلفه‌های اصلی) استفاده شده و برای انجام محاسبات از نرم‌افزار SPSS کمک گرفته شده است.

### ۱-۳. روش تحلیل عاملی

در این قسمت، پس از معرفی روش تحلیل عاملی و بیان دلایل استفاده از آن، مراحل انجام روش تحلیل عاملی را روی داده‌های موجود بررسی می‌کنیم.

روش تحلیل عاملی، یک مدل ریاضی است که می‌کوشد، همبستگی بین مجموعه‌ی بزرگی از متغیرها را، برحسب تعداد کمی از عامل‌های اصلی بیان کند. فرض اصلی در تحلیل عاملی این است که مشاهده‌ی مستقیم عامل هایی که منبع اصلی تغییرات

هستند، امکانپذیر نیست. در عین حال، متغیرهایی که به این عامل‌ها بستگی دارند، در معرض خطاهای تصادفی هستند. چنین فرضی خصوصاً برای موضوعاتی مانند روان‌شناسی مناسب است، چون اندازه‌گیری دقیق مفاهیم مورد نظر در روان‌شناسی امکانپذیر نیست (مثل «هوش» و در اغلب موارد، نحوه‌ی تعریف این مفاهیم نیز مبهم است (طباطبایی، ۱۳۷۳، ص ۲۹۷).

در این پژوهش، عواملی مثل میزان توسعه‌یافتگی و یا سطح رفاه نسبی که دارای مقادیر عددی قابل مشاهده نیستند، به وسیله‌ی متغیرهایی مناسب در شهرستان‌های متفاوت شناسایی می‌شوند. در اجرای تحلیل عاملی فرض می‌شود که کلیه‌ی متغیرهای منتسب به یک عامل، با یکدیگر کاملاً همبسته‌اند، در حالی که متغیرهای سازنده‌ی هر عامل نسبت به متغیرهای سازنده‌ی عامل دیگر، هیچ وابستگی با یکدیگر ندارند. هرچه این فرض با قدرت بیش‌تری برقرار باشد، مدل تحلیل عاملی بهتر عمل می‌کند.

## ۲-۳. مراحل انجام تحلیل مؤلفه اصلی

### ۱-۲-۳. تشکیل ماتریس داده‌ها

ماتریس داده‌ها عبارت است از ماتریسی که ستون‌های آن شامل متغیرها و هر یک از سطرهای آن مربوط به یک مشاهده است. در این پژوهش، در ستون‌ها تعداد ۱۴۲ متغیر و در ۲۴ سطر آن، ۴ شهرستان استان سمنان در سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ قرار می‌گیرند.

### ۲-۲-۳. محاسبه‌ی ماتریس واریانس ـ کواریانس و ماتریس ضریب همبستگی

برای انجام محاسبات در مراحل بعدی و براورد پارامترهای مدل، به ماتریس ضرایب همبستگی یا ماتریس واریانس ـ کواریانس نیاز است. در ماتریس واریانس ـ کواریانس، در آیه‌های روی قطر اصلی، اعدادی مثبت (واریانس متغیرها) قرار دارند، اما در ماتریس همبستگی در آیه‌های روی قطر اصلی، همگی اعداد یک هستند. در سایر آیه‌های ماتریس همبستگی، اعدادی بین یک و منهای یک قرار می‌گیرند؛ چون هر عدد در این ماتریس نشان‌دهنده‌ی همبستگی بین دو متغیر است. با وجود تمام این تفاوت‌ها، این دو ماتریس مقدار یکسانی از اطلاعات را دارند، چون با یک سلسله اعمال سطری یا ستونی روی ماتریس واریانس ـ کواریانس، می‌توان ماتریس همبستگی را به دست آورد. در نتیجه، محاسبات براساس دو ماتریس مذکور تفاوتی ندارند.

### ۳-۲-۳. محاسبه‌ی مقدار بارگذاری متغیرها روی هر یک از عامل‌ها

برای محاسبه‌ی مقدار بارگذاری هر یک از متغیرها روی عامل‌های (مؤلفه‌های) ساخته شده، ابتدا مقادیر ویژه را برای ماتریس همبستگی به دست می‌آوریم و سپس بردارهای ویژه را برای تمامی مقادیر ویژه‌ی غیر صفر محاسبه می‌کنیم. بردارهای ویژه‌ی حاصل، در حقیقت مقدار بارگذاری متناظر با هر متغیر برای عامل مربوطه هستند. البته تکنیک‌های دیگری برای اجرای روش تحلیل عاملی وجود دارند که هر یک با روش‌های متفاوت، پارامترها را در مدل تحلیل عاملی برآورد می‌کنند، اما بحث اصلی ما حول مؤلفه‌های اصلی است.

### ۴-۲-۳. دوران عامل‌ها

اگر هر متغیر قویاً روی حداکثر یک عامل حمل شود، و یا اگر همه‌ی محموله‌های عاملی بزرگ و مثبت و یا برخی محموله‌های عاملی نزدیک صفر، برخی دیگر بزرگ باشند، کار تفسیر عوامل ساده خواهد بود. اما اگر محموله‌های عاملی شامل مقادیر متوسط روی چندین عامل باشند، کار تفسیر عامل‌ها سخت خواهد بود. برای رسیدن به حالت مطلوب می‌توان از دوران عامل‌ها استفاده کرد و تفسیر عواملی را که دارای مقادیر متوسط اثرگذاری متغیرها هستند، ساده کرد. دوران عوامل، هیچ تأثیری بر اعتبار مدل ندارد و مختار هستیم، با توجه به نوع داده، هر دورانی را که مناسب است، اعمال کنیم.

از بین دوران‌های متعارف می‌توان به دوران «واریماکس ـ کواریماکس» و «اکوماکس» اشاره کرد که برای مثال، دوران واریماکس به‌طور مختصر معرفی می‌شود. با اعمال دوران واریماکس، مقادیر کوچک بارگذاری به صفر نزدیک و در عمل حذف می‌شوند و مقادیر بزرگ‌تر بارگذاری متغیرها روی عوامل، در داخل عامل مربوطه، با قدرت بیش‌تری اعمال نفوذ می‌کنند. در استفاده از دوران باید نوع داده‌ها، تعداد متغیرها و تعداد عامل‌های ساخته شده را نیز در نظر داشت تا بتوان دورانی مناسب را اختیار کرد..

### ۵-۲-۳. محاسبه‌ی ارقام برای عامل‌های ساخته شده

از آن‌جاکه مشاهده‌ی مقدار عددی برای عوامل در عمل میسر نیست، از بحث تحلیل عاملی استفاده می‌کنیم و مقادیری برای عوامل می‌یابیم که قابل مقایسه با یکدیگر باشند. برای محاسبه‌ی مقدار عددی هر عامل، از روش رگرسیونی استفاده شده است.

## ۳-۳. جامعه‌ی آماری و روش جمع‌آوری اطلاعات

در این تحقیق، از ۱۴۲ شاخص برای هر یک از شهرستان‌های استان سمنان (سمنان، دامغان، شاهرود و گرمسار) به تفکیک طی سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ استفاده شده است (این شاخص‌ها در جدول ۱ خلاصه شده‌اند).

جدول ۱ . شاخص‌ها و متغیرهای تحقیق

| متغیر | شاخص |
|---|---|
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش جمعیت و اشتغال** |
| var00001 | تعداد بخش |
| var00002 | تعداد شهرهای شهرستان |
| var00003 | تعداد دهستان |
| var00004 | مساحت شهرستان |
| var00005 | تراکم نسبی جمعیت |
| var00006 | میزان شهرنشینی |
| var00007 | نسبت آبادی‌های دارای سکنه‌ی بالای ۲۰ خانوار |
| var00008 | سهم از کل جمعیت استان |
| var00009 | شهرهای بالای صدهزار نفر جمعیت |
| var00010 | متوسط تراکم خانوار در واحد مسکونی |
| var00011 | نرخ رشد طبیعی جمعیت |
| var00012 | امید به زندگی |
| var00013 | سهم زنان از اشتغال |
| var00014 | سهم مشاغل علمی، فنی و تخصصی از کل شاغلان |
| var00015 | نرخ اشتغال در جمعیت شهری |
| var00016 | نرخ اشتغال در جمعیت روستایی |
| var00017 | جمعیت جوان کم‌تر از ۵ سال |
| var00018 | جمعیت بالقوه فعال (۱۵ تا ۶۴ ساله) |
| var00019 | جمعیت سالخورده (۶۵ سال به بالا) |
| var00020 | میزان بار تکفل |
| var00021 | بیکاران دارای تحصیلات عالی |
| var00022 | نرخ بیکاری شهرستان |
| var00023 | نسبت جمعیت شاغل به کل جمعیت شهرستان |
| var00024 | شاغلان بخش صنعت شهرستان |
| var00025 | شاغلان بخش خدمات شهرستان |

| متغیر | شاخص |
|---|---|
| var00026 | شاغلان بخش کشاورزی شهرستان |
| var00027 | نرخ باسوادی شهرستان |
| var00028 | نرخ باسوادی جمعیت شهری |
| var00029 | نرخ باسوادی جمعیت روستایی |
| var00030 | نرخ باسوادی زنان |
| var00031 | نرخ باسوادی مردان |
| var00032 | نرخ اشتغال شهرستان |
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش آموزش** |
| var00033 | تعداد آموزشگاه برای هر صد نفر دانش‌آموز ابتدایی |
| var00034 | تعداد آموزشگاه برای هر صد نفر دانش‌آموز راهنمایی |
| var00035 | تعداد آموزشگاه برای هر صد نفر دانش‌آموز متوسطه |
| var00036 | نسبت دانش‌آموزان دختر به کل دانش‌آموزان |
| var00037 | تعداد دانش‌آموزان دختر ابتدایی |
| var00038 | تعداد دانش‌آموزان دختر راهنمایی |
| var00039 | تعداد دانش‌آموزان دختر متوسطه |
| var00040 | تعداد کلاس برای هر صد نفر دانش‌آموز ابتدایی |
| var00041 | تعداد کلاس برای هر صد نفر دانش‌آموز راهنمایی |
| var00042 | تعداد کلاس برای هر صد نفر دانش‌آموز متوسطه |
| var00043 | نسبت تعداد معلم به دانش‌آموز ابتدایی |
| var00044 | نسبت تعداد معلم به دانش‌آموز راهنمایی |
| var00045 | نسبت تعداد معلم به دانش‌آموز متوسطه |
| var00046 | نسبت تعداد دانشجو به یکصد هزار نفر جمعیت |
| var00047 | سهم شهرستان از کل فارغ‌التحصیلان استان |
| var00048 | سهم زنان از کل فارغ‌التحصیلان استان |
| var00049 | نسبت دانشجویان بخش خصوصی به کل دانشجویان شهرستان |
| var00050 | نسبت دانشجویان مقطع کارشناسی ارشد و بالاتر به کل دانشجویان شهرستان |

| متغیر | شاخص |
|---|---|
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش فرهنگ و هنر** |
| var00051 | سرانه‌ی زیربنای مراکز فرهنگی و کتابخانه‌های شهرستان |
| var00052 | نسبت کتاب به هزار نفر جمعیت باسواد |
| var00053 | نسبت فضای ورزشی سرپوشیده به یکصد نفر جمعیت |
| var00054 | نسبت فضای ورزشی روباز به یکصد نفر جمعیت |
| var00055 | نسبت تعداد مراکز آموزش عالی به ازای یکصد هزار نفر جمعیت |
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش عمران شهری** |
| var00056 | تعداد شهرهای بالای صدهزار نفر جمعیت |
| var00057 | میزان شهرنشینی |
| var00058 | نسبت جمعیت شهری |
| var00059 | سرانه‌ی مصرف آب شرب شهری |
| var00060 | نسبت واحد مسکونی شهری به کل استان |
| var00061 | نسبت خانه‌های سازمانی به کل استان |
| var00062 | نسبت خانه‌های سازمانی به کارکنان غیربومی |
| var00063 | ضریب نفوذ تلفن شهری |
| var00064 | سرانه‌ی مصرف برق شهری |
| var00065 | متوسط تراکم نفر در واحد مسکونی |
| var00066 | تراکم خانوار به واحد مسکونی |
| var00067 | درصد واحدهای مسکونی بادوام شهری |
| var00068 | جمعیت تحت پوشش شبکه‌ی توزیع آب شهری |
| var00069 | جمعیت تحت پوشش ایستگاه‌های آتش‌نشانی |
| var00070 | سرانه‌ی سطح فضای سبز شهری |
| var00071 | نسبت حجم آب فروخته شده به حجم آب ورودی شبکه |

جدول ۱ . شاخص‌ها و متغیرهای تحقیق

| متغیر | شاخص |
|---|---|
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش عمران روستایی** |
| var00072 | نسبت آبادی‌های دارای سکنه‌ی بالای ۲۰ خانوار |
| var00073 | درصد روستاهای دارای ارتباط تلفنی (بالای ۲۰ خانوار) |
| var00074 | سرانه‌ی مصرف آب شرب روستایی |
| var00075 | نسبت آبادی‌های شهرستان به استان |
| var00076 | نسبت آبادی‌های دارای سکنه به کل آبادی‌های استان |
| var00077 | روستاهای دارای دفاتر پستی (بالای ۱۰۰ خانوار) |
| var00078 | ضریب نفوذ تلفن روستایی |
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش بهداشت و درمان** |
| var00079 | تعداد مراکز بهداشتی درمانی شهری برای هر ده هزار نفر |
| var00080 | تعداد مراکز بهداشتی درمانی روستایی برای هر ده هزار نفر |
| var00081 | تعداد تخت‌های بیمارستانی به ازای هر هزار نفر جمعیت |
| var00082 | تعداد پزشک به ازای هر هزار نفر جمعیت |
| var00083 | تعداد مجتمع‌های بهزیستی به ازای هر هزار نفر جمعیت |
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش حمل‌ونقل و ارتباطات** |
| var00084 | تراکم راه روستایی |
| var00085 | تراکم راه‌های اصلی |
| var00086 | تراکم راه‌های فرعی |
| var00087 | طول راه سنگ در شهرستان |
| var00088 | متوسط سن ناوگان راهداری |
| var00089 | معکوس نسبت تعداد نقاط حادثه‌خیز |
| var00090 | سرانه‌ی مرسولات پستی |
| var00091 | پوشش جمعیتی به ازای هر واحد پستی |
| var00092 | پوشش مساحتی به ازای هر واحد پستی |

| متغیر | شاخص |
|---|---|
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش کشاورزی** |
| var00093 | سرانه‌ی اراضی کشاورزی هر شهرستان |
| var00094 | سرانه‌ی جمعیت واحد دامی به جمعیت شهرستان |
| var00095 | تولید گوشت قرمز در هر شهرستان |
| var00096 | سرانه‌ی تولید شیر در هر شهرستان |
| var00097 | سرانه‌ی تولید گوشت سفید در هر شهرستان |
| var00098 | سرانه‌ی تولید عسل در هر شهرستان |
| var00099 | ظرفیت سردخانه‌ی هر شهرستان |
| var00100 | ظرفیت انبارهای هر شهرستان |
| var00101 | عملکرد در واحد سطح گندم آبی |
| var00102 | عملکرد در واحد سطح جو آبی |
| var00103 | عملکرد در واحد سطح سیب‌زمینی |
| var00104 | عملکرد در واحد سطح چغندرقند |
| var00105 | عملکرد در واحد سطح پیاز |
| var00106 | عملکرد در واحد سطح هندوانه |
| var00107 | عملکرد در واحد سطح خربزه |
| var00108 | عملکرد در واحد سطح گوجه‌فرنگی |
| var00109 | عملکرد در واحد سطح انگور |
| var00110 | عملکرد در واحد سطح زردآلو |
| var00111 | عملکرد در واحد سطح گردو |
| var00112 | عملکرد در واحد سطح انار |
| var00113 | عملکرد در واحد سطح گیلاس و آلبالو |
| var00114 | عملکرد در واحد سطح سیب |
| var00115 | عملکرد در واحد سطح بادام |
| var00116 | عملکرد در واحد سطح پسته |
| var00117 | سرانه‌ی تولید تخم‌مرغ |

| متغیر | شاخص |
|---|---|
| var00118 | ظرفیت واحدهای متمرکز پرورش گاو شیری |
| var00119 | سطح پوشش ایمنی دام‌ها به بیماری‌ها |
| var00120 | نسبت باغ‌های اصلاح شده به کل باغات هر شهرستان |
| var00121 | تولید محصولات گلخانه‌ای |
| var00122 | نسبت مراتع واگذار شده به سطح کل مراتع شهرستان |
| var00123 | سطح مراتع درجه یک هر شهرستان |
| var00124 | مساحت مراتع اصلاح شده به کل مراتع شهرستان |
| var00125 | آب استحصالی از منابع آب زیرزمینی |
| var00126 | سرانه‌ی اراضی آبی هر شهرستان به جمعیت روستایی |
| var00127 | نسبت اراضی دارای سیستم تحت فشار به کل اراضی آبی هر شهرستان |
| var00128 | نسبت سطح پارک‌های جنگلی شهرستان |
| var00129 | نسبت بیابان‌زدایی احیا شده به کل سطح بیابان‌زدایی هر شهرستان |
| var00130 | وسعت جنگل‌های هر شهرستان |
| var00131 | نسبت تولید علوفه‌ی مراتع به سطح مراتع شهرستان |
| | **شاخص‌ها و متغیرهای بخش صنعت و معدن** |
| var00132 | سرانه‌ی مصرف برق در سال |
| var00133 | نسبت معادن فعال به معادن شناسایی شده‌ی شهرستان |
| var00134 | اشتغال در معادن |
| var00135 | تعداد معادن شناسایی شده |
| var00136 | تعداد مجوز بهره‌برداری صادر شده در سال |
| var00137 | تعداد جواز تأسیس صادر شده‌ی صنایع |
| var00138 | میزان سرمایه‌گذاری مورد نیاز |
| var00139 | تعداد اشتغال پیش‌بینی شده |
| var00140 | تعداد پروانه‌ی بهره‌برداری صادر شده |
| var00141 | میزان سرمایه‌گذاری انجام شده |
| var00142 | تعداد شغل ایجاد شده |

روش جمع‌آوری اطلاعات، روش کتابخانه‌ای و بررسی اسناد و مدارک موجود بود. پس از تعیین شاخص‌های مورد نظر، متغیرهایی که کمیت هر یک از شاخص‌ها را تعیین می‌کنند، مشخص شدند و با مراجعه به آمارنامه‌ی استان در سال‌های ۱۳۷۴ تا ۱۳۷۹ و سایر اسناد و مدارک مستند، اطلاعات کمی هر یک از متغیرها جمع‌آوری شد. از اعداد کمی هر شاخص به منظور تعیین میزان شاخص مورد نظر برای هر شهرستان استفاده کردیم. ابتدا کوشیدیم، شاخص‌هایی انتخاب شوند که گویای وضعیت هر بخش

در شهرستان‌های استان باشند. سپس این شاخص‌ها هم جهت شدند تا امکان به‌کارگیری آن‌ها در الگوی تحلیل عاملی فراهم آید.

**۴. رتبه‌بندی کلی شهرستان‌ها با استفاده از تحلیل عاملی**

به منظور رتبه‌بندی شهرستان‌های استان ۹ بخش عمده‌ی زیر در نظر گرفته شدند:

۱. جمعیت و اشتغال، شامل ۳۲ شاخص
۲. آموزش، شامل ۱۸ شاخص
۳. فرهنگ و هنر، شامل ۵ شاخص
۴. عمران شهری، شامل ۱۶ شاخص
۵. عمران روستایی، شامل ۷ شاخص
۶. بهداشت و درمان، شامل ۵ شاخص
۷. حمل‌ونقل و ارتباطات، شامل ۹ شاخص
۸. کشاورزی، شامل ۳۹ شاخص
۹. صنعت و معدن، شامل ۱۱ شاخص

ابتدا براساس روش مؤلفه‌ی اصلی، برای هر یک از بخش‌ها، رتبه‌ی شهرستان‌ها را طی سال‌های مورد مطالعه محاسبه کردیم. سپس در رتبه‌بندی کلی شهرستان‌های استان سمنان، نتایج حاصل از ۹ بخش با رتبه‌ی آن‌ها جمع‌بندی شد و رتبه‌بندی کلی هر یک از شهرستان‌ها به‌دست آمد که در جدول ۲ ارائه شده است. براین اساس، شهرستان سمنان با فاصله‌ی زیادی نسبت به شهرستان‌های دیگر در رتبه‌ی اول، شهرستان شاهرود رتبه‌ی دوم، شهرستان گرمسار رتبه‌ی سوم و شهرستان دامغان نیز با فاصله‌ی نسبتاً زیادی در رتبه‌ی چهارم جای گرفتند.

بررسی شاخص‌های بخشی شهرستان سمنان نشان می‌دهد، این شهرستان در شاخص‌های عمران شهری، بهداشت و درمان، حمل‌ونقل و ارتباطات، صنعت و معدن رتبه‌ی اول، بخش جمعیت و اشتغال رتبه‌ی دوم و در بخش آموزش، فرهنگ و هنر، عمران روستایی و کشاورزی رتبه‌ی سوم را دارد و در مجموع بخش‌ها، رتبه‌ی اول را به خود اختصاص داده است که از جمله عوامل مهم این موضوع می‌توان به وجود بیش از ۵۴۰ واحد صنعتی فعال، برخورداری از ۹ مرکز آموزش عالی با بیش از ۱۱ هزار دانشجو، وجود شبکه‌ی راه دوبانده در مسیر شهرستان، برخورداری از شبکه‌ی پست انتقال برق ۴۰۰ کیلو ولت، امکان دسترسی مناسب و سریع به مراکز اقتصادی کشور، برخورداری همه‌ی شهرهای شهرستان از شبکه‌های گاز طبیعی و تنوع مواد معدنی با بیش از ۱۷ نوع ماده‌ی معدنی در سطح شهرستان اشاره کرد.

براساس شاخص‌های مدنظر قرار گرفته، شهرستان شاهرود رتبه‌ی دوم را بین شهرستان‌های استان حاصل کرده است. شاخص‌های بخشی آن نیز نشان می‌دهد، در بخش جمعیت، عمران روستایی و کشاورزی حائز رتبه‌ی اول، در بخش عمران شهری رتبه‌ی دوم و در بخش حمل‌ونقل و ارتباطات، و صنعت و معدن رتبه‌ی سوم و در بخش آموزش، فرهنگ و هنر، بهداشت و درمان رتبه‌ی چهارم را دارد. از جمله عوامل مؤثر در اخذ رتبه‌ی دوم این شهرستان می‌توان از وجود امکانات و تأسیسات زیربنایی تقریباً مناسب در مناطق شهری و روستایی، وجود اقلیم‌های مناسب برای توسعه‌ی کشت محصولات گرمسیری و سردسیری، وجود جمعیت دامی قابل توجه و زمینه‌ی مساعد برای افزایش تولید گوشت قرمز، غنی بودن شهرستان از معادن زیرزمینی نظیر کرومیت، مس، روی و ذغال‌سنگ، نزدیکی به بازارهای مصرف استان‌های خراسان و گلستان، وجود راه‌های مناسب جاده‌ای و راه‌آهن برای ارتباط با استان‌ها و شهرستان‌های همجوار، برخورداری از ذخایر طبیعی و زیست محیطی، وجود ۶ مرکز آموزش عالی با بیش از ۱۰ هزار دانشجو، وسعت زیاد شهرستان (بزرگ‌ترین شهرستان کشور) و وجود زمین‌های حاصلخیز برای توسعه‌ی کشاورزی نام برد. البته، مواجه بودن با پراکندگی وسیع کانون‌های زیستی و تراکم پائین جمعیت آن‌ها، عدم گسترش مطلوب مشاغل و فعالیت‌های صنعتی، ضعف زیرساخت‌های تولیدی و صنعتی به‌ویژه در صنایع تبدیلی و فراورده‌های خام دامی و صنایع وابسته به کشاورزی، کمبود آب شرب و کشاورزی، عدم توسعه‌ی صنایع فراوری مواد معدنی موجود، تخریب مراتع و فرسایش خاک به دلیل عدم تناسب دام و مرتع و خشکسالی‌های متوالی، از مشکلات شهرستان محسوب می‌شوند که موانعی در برابر توسعه و پیشرفت به‌وجود آورده‌اند.

بررسی شاخص‌های بخش شهرستان گرمسار که رتبه‌ی سوم را در مقایسه با شهرستان‌های دیگر به‌دست

جدول ۲. نتایج رتبه‌بندی شهرستان‌ها در بخش‌های گوناگون

| بخش | شهرستان | دامغان | سمنان | شاهرود | گرمسار |
|---|---|---|---|---|---|
| جمعیت واشتغال | امتیاز | ۱/۷۴۸۵ | ۲/۴۰۳۷ | ۶/۱۵۰۲ | -۱۰/۳۰۲۴ |
| | رتبه‌ی برخورداری | سوم | دوم | اول | چهارم |
| آموزش | امتیاز | ۴/۰۹۶۳ | -۷/۴۲۷۳ | -۱۰/۸۷۳۱ | ۱۴/۲۰۶۵ |
| | رتبه‌ی برخورداری | دوم | سوم | چهارم | اول |
| فرهنگ و هنر | امتیاز | ۸/۸۵۷۱ | -۳/۲۸۷۳ | -۱۰/۹۶۲۹ | ۵/۵۹۳۱ |
| | رتبه‌ی برخورداری | اول | سوم | چهارم | دوم |
| عمران شهری | امتیاز | -۷/۷۵۰۴ | ۱۰/۳۲۲۳ | -۲/۰۲۹۴ | -۰/۵۲۲۴ |
| | رتبه‌ی برخورداری | چهارم | اول | سوم | دوم |
| عمران روستایی | امتیاز | -۰/۵۸۷۵ | -۱/۵۵۶۱ | ۳/۹۹۰۳ | -۱/۸۴۶۸ |
| | رتبه‌ی برخورداری | دوم | سوم | اول | چهارم |
| بهداشت و درمان | امتیاز | ۰/۰۳۰۳ | ۰/۵۷۱۵ | -۱/۰۶۹۵ | ۰/۴۶۷۷ |
| | رتبه‌ی برخورداری | سوم | اول | چهارم | دوم |
| حمل و نقل و ارتباطات | امتیاز | ۰/۲۰۰۷ | ۱/۲۱۶۱ | -۱/۶۹۴۷ | -۰/۷۲۲۰ |
| | رتبه‌ی برخورداری | دوم | اول | سوم | چهارم |
| کشاورزی | امتیاز | -۸/۳۶۴۸ | -۲/۰۵۵۸ | ۸/۵۶۹۳ | ۱/۸۵۶۷ |
| | رتبه‌ی برخورداری | چهارم | سوم | اول | دوم |
| صنعت و معدن | امتیاز | -۶/۵۲۱۹ | ۷/۲۱۹۹ | -۵/۱۳۳۳ | ۲/۱۳۵۲ |
| | رتبه‌ی برخورداری | چهارم | اول | سوم | دوم |
| کل بخش‌ها | امتیاز | -۹/۵۳۱۸ | ۷/۵۷۶۵ | ۱/۲۱۲۷ | ۰/۵۲۲۶ |
| | رتبه‌ی برخورداری | چهارم | اول | دوم | سوم |

منبع: براساس اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS برآورد شده است.

آورده، مبین آن است که شهرستان گرمسار در بخش آموزش حائز رتبه‌ی اول، در بخش فرهنگ‌وهنر، بهداشت و درمان، کشاورزی، و صنعت و معدن حائز رتبه‌ی دوم، در بخش عمران شهری رتبه‌ی سوم و در بخش جمعیت و اشتغال، عمران روستایی، و حمل‌ونقل و ارتباطات رتبه‌ی چهارم را دارد.

مهم‌ترین عوامل پیشرفت شهرستان را می‌توان برخورداری از شبکه‌ی حمل‌ونقل راه‌آهن دوخطه و جاده‌ی دوبانده‌ی تهران مشهد، برخورداری از سه شهرک صنعتی فعال و رو به گسترش، موقعیت جغرافیایی ممتاز برای دسترسی به مرکز سیاسی، تجاری و اقتصادی کشور، وجود تنها رودخانه‌ی دائمی استان در آن، تولید کشت‌های متراکم و گلخانه‌ای خارج از فصل، وجود اراضی بدون معارض برای تأسیس امکانات زیربنایی گوناگون، وجود معادن منحصر به فرد مانند سولفات سدیم، سلستین و... دانست. البته تنگناها و مشکلاتی از قبیل: کیفیت نامناسب آب شرب و کشاورزی، عدم برخورداری از فضاهای بهداشتی و درمانی مجهز، پیشروی کویر و حرکت شن‌های روان، گسترش سازندهای تبخیری گچ و نمک در محدوده‌ی شهرستان که باعث افت کیفیت آب می‌شود، عدم توسعه‌ی شاخص‌های عمران شهری و امکانات رفاهی، کافی نبودن طرح‌های آبخیزداری برای اصلاح خاک‌های شور و قلیایی، عدم توسعه‌ی شاخص‌های مناسب واحدهای فراوری مواد معدنی، و سیر صعودی روند تخریب مراتع به دلیل خشکسالی‌های متعدد، مانع توسعه‌ی مناسب شهرستان گرمسار شده است.

کسب رتبه‌ی چهارم، حاصل نتایج برزسی شاخص‌ها برای شهرستان دامغان است. بررسی شاخص‌های بخشی آن نیز نشان می‌دهد، در بخش فرهنگ و هنر رتبه‌ی اول، در بخش آموزش، عمران روستایی، و حمل‌ونقل و ارتباطات رتبه‌ی دوم، در بخش جمعیت و اشتغال و بهداشت و درمان رتبه‌ی سوم و در بخش‌های عمران شهری، کشاورزی و صنعت و معدن رتبه‌ی چهارم را دارد. عوامل گوناگونی، از جمله عدم توسعه‌ی عمران شهری و امکانات رفاهی شهرهای شهرستان، عدم وجود صنایع بسته‌بندی مناسب برای محصولات کشاورزی و فراورده‌های دامی، کمبود آب شرب و کشاورزی و صنعت، تهدید کویر و حرکت‌های شن‌های روان، عدم توسعه‌ی مناسب واحدهای صنعتی فرآوری مواد معدنی، روند رو به تزاید تخریب و فرسایش مراتع به دلیل کاهش نزولات جوی و خشکسالی، و کافی نبودن طرح‌های آبخیزداری و تغذیه‌ی مصنوعی برای کنترل سیلاب‌ها و روان‌آب موجود خارج از فصل، از مهم‌ترین مشکلات و بازدارنده‌های توسعه‌ی شهرستان دامغان هستند.

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف از اجرای این تحقیق، ارزیابی سطح توسعه‌یافتگی شهرستان‌های استان سمنان بوده است و در این راستا، موقعیت‌ها و نارسایی‌های موجود مشخص شده‌اند. شهرستان سمنان با فاصله‌ی زیادی نسبت به شهرستان‌های دیگر در رتبه‌ی اول، شهرستان شاهرود رتبه‌ی دوم، شهرستان گرمسار رتبه‌ی سوم و شهرستان دامغان نیز با فاصله‌ی نسبتاً زیادی در رتبه‌ی چهارم جای گرفته‌اند. از آن‌جاکه پرداختن به علل عقب‌ماندگی و شناخت بخش‌های توسعه نیافته‌ی برخی مناطق، در تخصیص بهینه‌ی اعتبارات و حرکت به سوی عدالت اجتماعی که از جمله هدف‌های برنامه‌ریزان است، نتایج حاصل از این تحقیق مسؤولان برنامه‌ریزی استان را قادر می‌سازد، اصلاحات لازم را در سیاست‌ها و تعیین اولویت در سرمایه‌گذاری‌ها به عمل آورند تا ناهماهنگی‌های توسعه‌ی بین شهرستان‌ها برطرف شود.

* عضو هیأت علمی مدیریت بازرگانی دانشگاه سمنان

منابع


۱. سریواستاوا و کارتر. آمار چند متغیره‌ی کاربردی. ترجمه‌ی بزرگ‌نیا، ابوالقاسم و ارقامی، ناصر رضا. بنیاد فرهنگی رضوی. مشهد. ۱۳۷۰.

۲. آمارنامه‌ی استان سمنان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان سمنان، سال‌های ۷۹-۱۳۷۴.

۳. سیمای اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی (شهرستان‌های دامغان، سمنان، شاهرود و گرمسار) سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان سمنان. ۱۳۷۹.

۴. گزارش اقتصادی استان سمنان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان سمنان، سال‌های ۷۹-۱۳۷۴.

۵. گزارش مقدماتی برنامه‌ی سوم توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان سمنان. جلد اول و دوم. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان سمنان. ۱۳۷۹.

۶. عملکرد برنامه‌ی دوم توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی استان سمنان. سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان سمنان. ۱۳۷۹.

۷. ماردیا، کانتی؛ کنت، جان و بی‌بی، جان. تحلیل چندمتغیره. ترجمه‌ی سید محمد مهدی طباطبایی. مرکز نشر دانشگاهی. تهران. ۱۳۷۶.

۸. سرشماری عمومی نفوس و مسکن سال ۱۳۷۵ (شهرهای دامغان، سمنان، شاهرود و گرمسار). مرکز آمار ایران. تهران. ۱۳۷۶.

9. Casin, A.generalization of principal component analysis to K sets of variables. Computational Statistics & Data Analysis. 35 (2001) 417-428.

10. Durbin, J. and G.S. Watson. ***Testing for Serial Autocorrelation in Least-squares Regression,*** **I.** Biometrika. 37 (1950), 409-428.

11. Durbin, J. and G.S. Watson. ***Testing for Serial Autocorrelation in Least-squares Regression,*** **II.** Biometrika. 38 (1951), 159-178.

12. Richard A. Johnson & Dean W. Wichern. ***Applied Multivariat Statistical Analyis.*** Prentice Hall International. Inc.-Secend Editon- New Jersey (1988).


زیرنویس

1. Meier
2. Kohen

# آیا برنامه‌ریزی شهری به مثابه سوسیالیسم خزنده است؟

نویسنده: راندال اوتول ـ اقتصاددان ارشد مؤسسه‌ی تورتو
مترجمان: دکتر اکبر پرهیزگار ـ عضو هیئت علمی گروه جغرافیای دانشگاه تربیت مدرس
علی یوسفی ـ کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری

سوسیالیسم معمولاً مالکیت دولت بر وسایل تولید تعریف می‌شود. اما در شکل مالکیت دولتی، به استثنای معدودی خدمات که به عنوان انحصارات طبیعی تلقی می‌شود (مثل تأسیسات آب و فاضلاب)، سوسیالیسم به عنوان شیوه‌ی مالکیت دولتی، هرگز در ایالات متحده‌ی آمریکا غالب نشد. در عوض، دولت‌های گوناگون در آمریکا در پی راه‌هایی برای تحقق همان هدف‌هایی که سوسیالیست‌ها مدعی‌شان هستند (یعنی کارایی، مساوات و کنترل عوامل مؤثر بر صرفه‌های برون‌داد)[1]، متکی بر مقررات بوده‌اند. اگر این خط‌مشی سوسیالیسم تلقی شود، در این صورت برنامه‌ریزی شهری از حدود سال ۱۹۲۰، معرف نوعی سوسیالیسم خزنده بوده است. اما باید اذعان داشت که این روند اخیراً تسریع شده و اکنون به جای خزیدن در حال دویدن است! به علاوه، چنان پیشرفتی دارد که عاشقان آزادی ممکن است حتی قادر به متوقف ساختن نباشند، چه رسد به این که روند آن را بازگردانند.

برنامه‌ریزی شهری مبتنی بر این عقیده است که ساکنان شهر، موجب تحمیل عوامل خارجی متعدد به همدیگر می‌شوند و برنامه‌ریزی می‌تواند این عوامل را به حداقل برساند. برنامه‌ریزان، به رغم ادعای داشتن تخصص علمی، اغلب اطلاع چندانی از این کار ندارند. چون شهرها به قدری پیچیده‌اند که قابل درک یا کنترل نیستند. در نتیجه، تاریخ برنامه‌ریزی، داستان یک سلسله هوسبازی است که غالباً مبدل به فاجعه شده‌اند و دو نمونه‌ی بارزشان عبارتند از: نوسازی شهری، و احداث واحدهای مسکونی برای عموم.

جالب آن که شکست برنامه‌ریزی‌های قبلی، در حکم مقدمه‌ی موج جدیدی از برنامه‌ریزی‌هاست که به نام‌های گوناگون خوانده می‌شود؛ نظیر شهرگرایی، سنت‌گرایی نوین یا رشد عقلایی. طراحان رشد عقلایی در نواحی شهری ما، مشکلات عدیده‌ای را مشاهده می‌کنند که شامل این موارد می‌شود: تراکم، آلودگی هوا، توسعه‌ی بی‌رویه‌ی شهر، احداث خانه‌های مقرون‌به‌صرفه، امحای فضاهای باز، و خدمات شهری گران‌قیمت. آن‌ها این مشکلات را به نسل‌های قبلی شهرسازان نسبت می‌دهند که به عقیده‌ی طراحان رشد هوشمند، دچار سوء تفاهم بودند. البته راه‌حل مشکل عبارت است از تفویض اختیارات بیش‌تر و بی‌سابقه به نسل فعلی برنامه‌ریزان چون ادعا می‌کنند، علت مشکلات را فهمیده‌اند.

### تجویز راه‌حل‌های عقلایی

راه‌حل‌های عقلایی شامل دستورالعمل‌هایی راجع به موضوعات متفاوت است:

- نواحی کلان شهری باید متراکم‌تر از حد کنونی باشند. این هدف در مناطق در حال رشد باید با محدودیت یا ممنوع‌سازی ساخت و سازهای جدید در زمین‌های خارج از حاشیه‌ی شهری، و در عوض، تشدید تراکم در نواحی توسعه‌یافته‌ی موجود همراه باشد.
- در امور حمل و نقل باید بر وسایل عمومی، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری به‌جای اتومبیل تأکید شود. این راهبرد به منزله‌ی سرمایه‌گذاری جزئی یا پرهیز از سرمایه‌گذاری در ظرفیت جاده، توام

با سرمایه‌گذاری قابل ملاحظه در حمل و نقل عمومی، به‌خصوص حمل و نقل ریلی است. سرمایه‌گذاری در جاده‌ها با هدف تقلیل ظرفیتشان صورت می‌گیرد و این مفهوم موسوم است به: تعدیل ترافیک.

● برنامه‌ریزی کاربری ارضی باید بر مطلوب‌تر شدن مناطق برای حمل و نقل عمومی، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری تمرکز داشته باشد. یک روش اصلی برای تحقق این هدف مبتنی بر استفاده از طرح‌های عمران حمل و نقل عمومی است که به معنای طرح‌های عمران شهری پرتراکم توأم با کاربری مختلط در حوالی ایستگاه‌های قطار یا در امتداد مسیرهای ترانزیتی است.

● طرح‌های عمرانی باید برای عابران مناسب باشند. از جمله باید خیابان‌های کم‌عرض و پیاده‌روهای عریض احداث شوند. همچنین، ویترین مغازه‌ها به جای آن که مثلاً پشت یک پارکینگ باشد، کنار خیابان قرار گیرد.

رشد عقلایی در ژانویه‌ی ۱۹۹۹ مورد اقبال عمومی قرار گرفت؛ چنان که مؤسسات برنامه‌ریزی کلان شهری در اقصا نقاط آمریکا درصدد ملاحظه یا اتخاذ سیاست‌های رشد عقلایی مزبور یا مشابه آن برآمده‌اند. سازمان حفاظت از محیط‌زیست هم تهدید کرده است، شهرهایی را که چنین برنامه‌هایی را به تصویب نرسانند، از سوبسیدهای حمل و نقل و سایر بودجه‌های فدرال محروم خواهد کرد.

رشد عقلایی در جهت خنثی‌سازی دو فرایند قوی قرن بیستمی تلاش می‌کند. اولین فرایند عبارت است از افزایش کاربرد وسائط نقلیه‌ی موتوری شخصی. با افزایش درامدها، افرادی که سابقاً پیاده تردد می‌کردند یا سوار وسایل نقلیه‌ی عمومی می‌شدند، به خرید و استفاده از ماشین شخصی روی آورده‌اند. فرایند دوم که با اولی مرتبط است، افزایش تقاضا برای فضای زندگی شخصی در قالب مساحت زیربنای خانه و مساحت پارکینگ است. با کم خرج‌تر شدن هزینه‌ی ایاب و ذهاب به لطف اتومبیل، مردم از نقاط مرکزی شهر نقل مکان کرده و پارکینگ‌های وسیعی را برای خانه‌هایشان خریده‌اند. این فرایندها به خصوص در آمریکا آشکارند، ولی بدان اختصاص ندارند. در تمام دنیا با ازدیاد درامد، مردم به خریدن اتومبیل و اثاث‌کشی به حومه‌های کم‌ازدحام اقدام می‌کنند. در آمریکا، حامیان رشد هوشمند این قبیل فرایندها را به سوبسیدهای دولتی نظیر بودجه‌های تخصیص یافته برای احداث اتوبان و تضمین‌های وثیقه‌ای وام و رهن اختصاص می‌دهند. ولی روندهای مشابهی در کشورهای اروپای غربی نیز مشاهده می‌شوند؛ حتی در کشورهایی که سوبسیدها را به وسایل نقلیه‌ی عمومی و طرح‌های توسعه‌ی واحدهای مسکونی (پروژه‌های مسکن) پرتراکم تخصیص داده‌اند و مردم به خاطر خرید اتومبیل و مسکن‌های کم‌تراکم جریمه می‌شوند.

از سال ۱۹۲۲ بود که **فرانک لویدرایت** متوجه شد، فناوری‌های جدید در حال تمرکززدایی از شهرها هستند. به عقیده‌ی وی، در عصر برق، اتومبیل و تلفن، تمرکز در شهرها حکم نوعی ازدحام غیرلازم و مخمصه را دارد [فیشمن، ۱۹۸۸]. اگر رایت در قید حیات بود، هواپیمای جت و اینترنت را هم به فهرست فناوری‌های تمرکززداینده‌اش اضافه می‌کرد. در آمریکا سرانه‌ی رانندگی اتومبیل در هر ده سال به طور مستمر بین ۲۰ تا ۲۵ درصد افزایش داشته است که معدل سه تا دو درصد افزایش در سال را حداقل از دهه‌ی ۲۰ میلادی نشان می‌دهد. به موازات آن، مردم به نحو فزاینده‌ای به نواحی کم‌تراکم از لحاظ جمعیت نقل مکان کرده‌اند، به نحوی که در حال حاضر تقریباً نیمی از آمریکاییان ساکن حومه‌ی شهرها هستند و بقیه هم در نواحی روستایی و شهرک‌های کم‌جمعیت سکونت دارند.

از دهه‌ی ۱۹۵۰ به بعد، منتقدان شهری این ایراد را مطرح کرده‌اند که نواحی حومه‌ای عقیم، بی‌روح و بی هویت هستند. **جان کیتز**، حومه‌ی شهرها را به غلط طراحی شده، تعمیم یافته به واسطه‌ی طمع و حرص، و فرساینده‌ی هرچه که با آن سروکار دارند، توصیف کرده است (۱۹۵۶). در یک آواز دهه‌ی ۱۹۵۰ موسوم به «جعبه‌های کوچک» که توسط **مالوینارینالدز**، نویسنده‌ی اهل بر کل سروده شد و **پیت سیگربدان** آن را محبوبیت بخشید، مناطق حومه‌نشین، نواحی احداث شده با مصالح نامرغوب نامیده شدند. اخیراً هم **جیمز کونستلر**، حومه را یک سکونتگاه بشری مضحک، آشغالی و فاقد آینده خواند (۱۹۹۳). او در جایی دیگر، به عبارت «رعشه‌های رو به احتضار» و «فرهنگ مبتلا به مرگ مغزی» متوسل شده است. ولی این قبیل ایرادات، عمدتاً ماهیتی سطحی و ظاهرنگرانه داشتند و موجب توقف نقل مکان مردم به نواحی دارای تراکم جمعیتی کم‌تر نشدند.

از دهه‌ی شصت میلادی به بعد، منتقدان عرصه‌ی حمل و نقل هشدار دادند که اتومبیل‌ها در حال نابود کردن شهرها هستند. **اکیوموبرای** (۱۹۶۹) متذکر شد که حامیان احداث اتوبان قصد دارند، کل کشور را با آسفالت بپوشانند. **جین هولتز کی** (۱۹۹۷) هم مدعی شد که اتومبیل نه فقط باعث افت کیفیت حمل و نقل شده، بلکه کیفیت زندگی را هم تنزل داده است. با این وصف، مردم به خرید ماشین ادامه می‌دهند. رشد عقلایی، معرف تلفیقی از نهضت‌های ضداتومبیل‌سواری است که طرفدارانش به منظور خنثاسازی فرایندهای ماشین شخصی‌سواری و حومه‌گرایی، درصدد تحمیل مقررات سختگیرانه به اهالی شهرها هستند. این مقررات شامل الزامات حداقل تراکم، ضوابط طراحی دقیق و محدودیت‌های پارک و عبور و مرور می‌شود.

### ضوابط حداقل تراکم

تعیین ضوابط تراکمی، اقدام منطقی بعدی در عرصه‌ی منطقه‌بندی است که شهرهای آمریکا از چند سال قبل از ۱۹۲۰ به آن دست زدند. ابتدا هدف از منطقه‌بندی حفظ ارزش املاک در مقابل عوامل مؤثر خارجی بود [نلسن، ۱۹۷۷]. هیچ کس مایل به سکونت در کنار یک

کارخانه‌ی کثیف و متعفن نیست. بدین خاطر، اهالی خیلی از نواحی مسکونی در مقابل اجرای طرح‌های تجاری مقاومت کردند و سکنه‌ی محلات دارای خانه‌ی دربست، به مخالفت با احداث آپارتمان در محله‌شان پرداختند. ابتدا چهار منطقه مورد تأئید شهرها قرار گرفتند: صنعتی، تجاری، مسکونی، دربست (یک خانواده) و مسکونی آپارتمانی (چند خانواده). منطقه‌بندی اولیه حالتی تجمعی داشت بنابراین، در نواحی صنعتی هر کاربری مجاز بود. در نواحی تجاری هم هر نوع کاربرد غیر از صنعتی اشکال نداشت و مانند این‌ها. در نهایت، طبقات منطقه‌بندی تعدیلی وضع شدند؛ نظیر واحدهای مسکونی تک‌خانواده در طبقات زمین ربع جریبی یا نیم‌جریبی و غیره. ولی ماهیت تجمعی حفظ شد. در صورتی که یک نفر اقدام به ساخت و ساز در یک قطعه زمین نیم‌جریبی در منطقه‌ای می‌کرد که به قطعات ربع جریبی اختصاص داشت، اعتراضی شنیده نمی‌شد.

بعد از جنگ جهانی دوم، منطقه‌بندی به نحو فزاینده‌ای بین چهار منطقه‌ی پایه انحصاری شد و قرار شد که یک منطقه‌ی مثلاً صنعتی فقط تأسیسات صنعتی داشته باشد و هیچ نوع ساخت و ساز تجاری در آن مجاز نباشد. البته زیر طبقات، حالت تجمعی خود را حفظ کردند. بدین ترتیب ممکن است منطقه‌بندی، تراکمات حداکثر را مشخص کند، ولی این امر در مورد تراکمات حداقل صدق نمی‌کند. برعکس، منطقه‌بندی رشد عقلایی، تجویزی است. کاملاً جنبه‌ی انحصاری دارد و شامل تراکمات حداقل و حداکثر می‌شود. اضافه بر آن، واجد الزامات طرحی به مراتب بیش‌تری است که بعداً در مورد آن بحث می‌کنیم. شرط حداقل تراکم می‌تواند به دگرگونی سریعی در هر محله بینجامد، به خصوص وقتی که منطقه‌ی مزبور از یک منطقه‌ی مسکونی تک‌خانواده به چندخانواده، تغییر کاربری می‌یابد. این گونه تجدید منطقه‌بندی در «پرتلند داورگن» مرسوم است. چند سال پیش در این ناحیه‌ی شهری، دولت محلی یک طرح رشد عقلایی را اتخاذ کرد. خومه‌ی غربی پرتلند موسوم به «اورنکو»، بعد از این که خط ترن سبک در آن حوالی احداث شد، به تراکمات خیلی بالای منطقه‌بندی مبدل شد. خیلی از ساکنان، مالک قطعات بزرگ زمین یا قطعات زمین ثانوی در جوار منزلشان بودند. عده‌ای قصد احداث خانه‌ی دوم را در آن اراضی، برای سکونت فرزندان یا صرفاً برای فروش را داشتند. ولی قانون جدید منطقه‌بندی در عوض مقرر می‌داشت که باید منازل چهار واحدی یا سایر واحدهای مسکونی مختص چند خانوار را احداث کنند و احداث یک خانه‌ی منفرد قدغن بود. در «گریشام» واقع در کناره‌ی شرقی خط آهن پرتلند، محله‌ی مختص واحدهای مسکونی تک خانوار، به چند خانوار تغییر کاربری یافت و در صورتی که مثلاً خانه‌های طعمه‌ی حریق می‌شدند، قانون منطقه‌بندی، مالک را ملزم به بازسازی آن در شکل آپارتمان می‌کرد. سکنه‌ای که درصدد فروش منازلشان برآمدند، به زودی دریافتند که خریداری یافت نمی‌شود؛ چون بانک‌ها تابت منازلشان که بعد از حریق مجاز به بازسازی نبودند، وامی نمی‌دادند.

تبدیل یک محله از منازل تک‌خانوار به چند خانوار می‌تواند فوق‌العاده سخت باشد. افزایش تعداد مردم باعث ازدحام می‌شود. ماهیت موقتی سکونت در آپارتمان ممکن است به جرم و جنایت منجر شود یا قیمت مستغلات را کم کند. جالب آن که ابتدا منطقه‌بندی به واسطه‌ی حکم دیوان عالی در سال ۱۹۲۶ توجیه شد که به محلات مختص منازل تک خانوار، امکان توسل به نیروی انتظامی ایالتی به منظور ممانعت از احداث مجتمع آپارتمانی را می‌داد. این رأی برای کلیه‌ی معاملات ملکی واحدهای آپارتمانی در محلات مختص منازل تک‌خانوار (واحدهای آپارتمانی در محیط‌های دیگر نه فقط کاملاً موجه، بلکه شدیداً مطلوب هم بودند) حکم یک عامل مزاحم را پیدا کرد. نواحی رشد عقلایی اجازه‌ی احداث واحدهای مسکونی دربستی را می‌دهند، ولی معمولاً الزامی را برای احداث این قبیل منازل در قطعات کوچک زمین قائل می‌شوند. در جایی که اندازه‌ی زمین شهری متعارف حدود پنج هزار فوت[۲] مربع (۵۰×۱۰۰) است و مساحت قطعات زمین حومه‌ای احتمالاً خیلی از آن تجاوز می‌کند، اندازه‌ی قطعات زمین توجیه شده برای رشد عقلایی ممکن است فقط ۲۵۰۰ فوت مربع (۵۰×۵۰) یا حتی کوچک‌تر از این باشد. رشد عقلایی، مشوق احداث خانه‌های متحدالشکل هم ردیف هم هست؛ اگرچه در پرتلند، اخیراً برنامه‌ریزان خاطرنشان کرده‌اند که حتی این قبیل منازل هم تراکم مطلوب را باعث نمی‌شوند و درنتیجه آن‌ها آپارتمان و مجتمع‌های مستغلاتی (غیرمشاعی) را ترجیح می‌دهند.

### ضوابط دقیق طراحی

علاوه بر الزامات تراکمی، ضوابط منطقه‌بندی رشد عقلایی ممکن است واجد ضوابط طراحی بسیار سختگیرانه‌ای باشد. ادعا می‌شود که برخی طرح‌ها، مروج کاربرد اتومبیل و کاهش حس مشارکت در محله هستند. ضوابط جدید طراحی با هدف تشویق راه‌های جانشین استفاده از اتومبیل شخصی و ترویج احساس هم‌زیستی وضع شده‌اند. یک هدف اصلی ضوابط طراحی سکونتی عبارت است از احداث خانه‌ای که جلویش گاراژ نباشد. احداث پارکینگ در عقب، و ایوان در جلوی خانه، بنا به فرض موجب تشویق اهالی به راه رفتن به جای استفاده از ماشین سواری می‌شود. درضمن ممکن است که ضابطه‌ی طراحی، وجود حیاط‌های کوچک جانبی و جلویی را الزامی کند و باعث محدودسازی شدید فضای پارکینگ اهالی شود.

در مورد طرح‌های عمران بزرگ‌تر که در آن‌ها خیابان هم مثل خانه ساخته می‌شود، این ضوابط صرفاً اجازه‌ی احداث خیابان‌های باریک را می‌دهند و پارک کردن را فقط به یک طرف خیابان محدود می‌کنند. ضوابط طراحی تجاری هم به نحوی مشابه، پارک اتومبیل را محدود می‌سازند. درحالی که سوپرمارکت‌ها و مراکز خرید پیاده، معمولاً

پارکینگ‌های وسیعی بین خیابان و فروشگاه دارند، ضوابط طراحی منطبق با رشد عقلایی مستلزم آن است که ویترین مغازه‌ها مستقیماً در کنار خیابان‌ها باشد. پارکینگ، حتی در صورتی که احداث آن مجاز باشد، باید در عقب فروشگاه مخفی شود. هدف از این آرایش، راحتی دسترسی عابران به مغازه و احتمالاً اجتناب از تردد یا ترافیک اتومبیل‌هاست. منطقه‌بندی رشد عقلایی علاوه بر تعیین شرایطی برای تراکم و طراحی، ممکن است امکان طرح‌های مختلط را هم بدهد. برای مثال، یک ضابطه‌ی پیشنهادی در حومه‌ی پرتلند مستلزم احداث ساختمان‌های چهار و پنج طبقه است که در آن‌ها، طبقه‌ی تحتانی به مصرف‌های تجاری و خرده‌فروشی، و طبقات بالا به مصرف‌های مسکونی اختصاص دارند. ساکنان امکان پیاده رفتن برای خرید و احتمالاً حتی به محل کار را دارند.

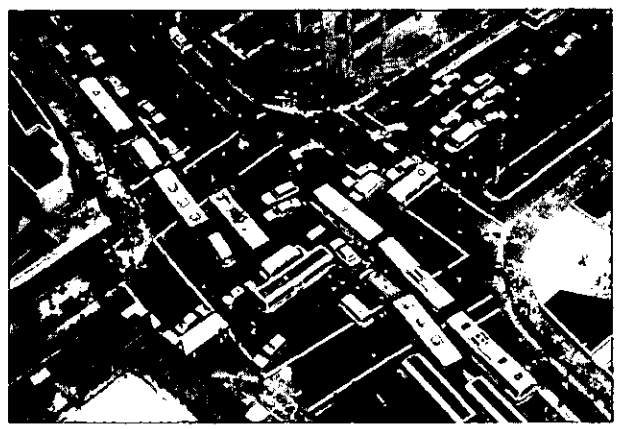
**محدودیت‌های پارکینگ و حمل و نقل**

رشد عقلایی از راه‌های دیگری نیز می‌کوشد، مردم را از استفاده از اتومبیل شخصی منصرف کند. شهرداری پرتلند کلیه‌ی مراکز تجاری و اداری مهم را ملزم به کاهش ده‌درصدی فضای پارکینگ موجودشان کرده است تا روش‌هایی را برای کاهش ده‌درصدی تردد کارکنان خود با اتومبیل شخصی بیابد. یک رویه‌ی دیگر که در ایالت متحده رواج یافته، در اختیار عموم قرار دادن اتوبان و خیابان است. اگرچه خیلی از اتوبان‌های قرن نوزدهمی جاده‌های عوارض خصوصی بودند، ولی دغدغه‌های قرن بیستمی در رابطه با انحصارات موجب شدند که آمریکاییان اداره‌ی تقریباً همه‌ی جاده‌ها را به ایالت‌ها و شهرداری‌ها محول کنند. بودجه‌ی اغلب جاده‌ها از عوارض اخذشده از اتومبیل‌داران، به‌ویژه مالیات بر سوخت تأمین می‌شد. به کمک اخذ این قبیل حق ترددها، جاده‌ها عمدتاً خودکفا شدند، ولی قیمت‌گذاری‌ها هنوز هم تناسبی ندارند. از جمله عوارض عبور، چه زمانی که رانندگان از جاده‌ی خاکی تردد کنند و چه موقعی که از یک اتوبان بین ایالتی عملاً رد شوند، مساوی است. درضمن، برای نیمه‌شب و اوج ساعت عبور و مرور هم فرقی نمی‌کند. قیمت‌گذاری مطلوب‌تر می‌تواند باعث کاهش ترافیک شود، ولی این امر استدلالی بر ضد رانندگی با اتومبیل شخصی محسوب نمی‌شود.

در بخش اعظم قرن بیستم، مهندسان ترابری، به نظارت بر سیاست‌های جاده‌ای می‌پرداختند و هر جا لازم بود، جاده‌سازی می‌کردند. ولی برنامه‌ریزان تابع رشد هوشمند معتقدند، احداث جاده‌های بیش‌تر صرفاً موجب تشدید ترافیک ماشین‌ها می‌شود. درعوض، هدف آن‌ها عبارت است از منصرف کردن مردم از راندن اتومبیل شخصی با کاهش ظرفیت جاده‌ای. به این راهبرد تعدیل ترافیک اطلاق می‌شود که عبارت است از نصب سرعت‌گیر در جاده‌ها به منظور تقلیل سرعت یا ظرفیت جریان. در حال حاضر، یک جاده‌ی شریانی مهم حومه‌ای ممکن است در هر طرف، دو خط عبور و یک خط چپگرد میانی ممتد و خطوط عبور راستگرد کمکی، نرسیده به هر تقاطع داشته باشد. خطوط عبور چپگرد امکان دسترسی ترافیکی به خیابان‌های جانبی و پارکینگ واحدهای تجاری را می‌دهد و خطوط عبور راستگرد، کاهش سرعت و پیچیدن بدون معطل کردن اتومبیل عقبی را برای رانندگان مقدور می‌سازد. تعدیل بار ترافیک ممکن است باعث تبدیل این جاده‌ی شریانی به یک بلوار شود؛ یعنی یک جاده‌ی چهارخطه با چمن‌کاری در وسط. چپگردها محدود به تقاطع‌های معینی می‌شوند و بار ترافیکی راستگرد موجب تأثیر در تردد اتومبیل‌های عقب می‌شود. نتیجه‌ی کار عبارت است از کاهش سرعت و ظرفیت. شهرداری پرتلند سالی دو میلیون دلار بابت تعدیل ترافیک خرج می‌کند.

**اثرات رشد عقلایی**

**دنیل شیرو** (۱۹۹۱) مدعی است، در صورت موفقیت اقتصادی کمونیسم، اهالی اروپای شرقی وجود محدودیت‌های شدید در آزادی‌شان را به هر صورت تحمل می‌کردند: «در صورتی که وعده‌ی اصلی رو به تحقق می‌بود، تقریباً هر چیز دیگری تحمل می‌شد.» به همین ترتیب، اهالی شهر پرتلند و سایر شهرها، مقررات رشد عقلایی را تحمل می‌کنند، چون به آن‌ها قول داده شده است که این قبیل مقررات موجب ارتقای سطح سکونت‌پذیری شهرشان شود. ولی آیا چنین مقرراتی عملاً این امر را محقق می‌سازند؟ قابلیت سکونت، مثل دوام‌پذیری و هم‌زیستی اجتماعی که دو وعده‌ی دیگر رشد عقلایی هستند، مفهومی بی‌ثبات است. مروری بر منابع مربوط به رشد هوشمند نشان می‌دهد که سکونت‌پذیری مرکب از ازدحام کم‌تر، هوای پاک‌تر و مسکن مقرون به صرفه‌تر، مخارج خدمات شهری نازل‌تر، فضای بازتر و یک حس قوی‌تر موجودیت اجتماعی فرض می‌شود. نظر به سوابق برنامه‌ریزی تمرکز در سایر کاربردها، تعجبی ندارد که رشد عقلایی تقریباً در تمامی این آزمون‌ها ناموفق عمل می‌کند.



همه‌ی موارد مذکور به جز آخری، قابل تبدیل به عدد دو رقم هستند و شواهد موجود نشان می‌دهند، رشد عقلایی دقیقاً خلاف آنچه را که وعده می‌دهد، ایجاد می‌کند.

**ازدحام اتومبیل‌ها (ترافیک)**

**کلوب سیرا** (۱۹۹۸) و سایر حامیان رشد عقلایی مدعی هستند، توسعه‌ی شهری (اصطلاح تحقیربار برای حومه‌نشینی کم‌تراکم) موجب تشدید ازدحام اتومبیل‌ها می‌شود. چون مردم مجبورند برای رسیدن به مقصدشان مسافت طولانی‌تری را با اتومبیل طی کنند. همان‌طور که **پیتر گوردون و هری ریچادسون** (۱۹۹۷) از استادان شهرسازی دانشگاه کالیفرنیای جنوبی خاطرنشان می‌کنند، حومه‌نشینی به سازوکار غالب و موفق تقلیل ترافیک تبدیل شده است.

ادعای حامیان رشد عقلایی در رابطه با تقلیل ازدحام اتومبیل‌ها مبتنی بر مطالعاتی است حاکی از این که مردم ساکن نواحی کم‌تراکم و دارای خدمات اتوبوسرانی شهری خوب، کم‌تر از اتومبیل‌های شخصی استفاده می‌کنند. ولی این قبیل تحقیقات از روند خود انتخابی غافلند که به موجب آن، افرادی که چندان مایل به رانندگی نیستند، نقاطی را برای سکونت انتخاب می‌کنند که امکان تردد بدون اتومبیل شخصی را به آن‌ها بدهد. حتی اگر این مطالعات صحیح بودند، رشد عقلایی هنوز موجب ازدیاد ترافیک می‌شد. دو برابر شدن تراکم یک ناحیه فقط در صورتی شلوغی ترافیک را کم می‌کند که هر فرد ساکن متعارف ناحیه‌ی مزبور، بیش از ۵۰ درصد از میزان رانندگی‌اش بکاهد. درحالی‌که تحقیقات رشد عقلایی نشان می‌دهد، دو برابر شدن تراکم جمعیتی فقط به میزان ۱۰ تا ۳۰ درصد از سرانه‌ی رانندگی کم می‌کند و درنتیجه باعث افزایش فاحش ترافیک می‌شود.

طرح رشد عقلایی پرتلند مستلزم ازدیاد تراکم جمعیت، اسکان هرچه بیش‌تر افراد در آپارتمان‌ها یا طرح‌های عمرانی مبتنی بر گرایش به حمل نقل عمومی، و احداث جمعاً ۱۲۰ خط ریلی، ولی فقط محدودی جاده‌های جدید است.

به رغم آن‌که طرفداران رشد عقلایی، ترافیک را مستمسک قرار می‌دهند تا افراد جدیدی را به خود جلب کنند، ولی به‌وضوح مشاهده می‌شود که هدف تحقق‌یافته صرفاً افزایش فاحش ازدحام اتومبیل‌هاست. برخی از آن‌ها به‌طور محرمانه ابراز امیدواری می‌کنند، ازدیاد ترافیک باعث شود که مردم کم‌تر برانند، درحالی‌که آمار خلاف آن را نشان می‌دهد [مترو، ۱۹۹۰]. **ارل بلومنور** که سابقاً یکی از اعضای عالی‌رتبه‌ی شهرداری پرتلند بود و اکنون نمایندگی آن را در کنگره‌ی آمریکا به‌عهده دارد، به رادیوی محلی گفته بود، ترافیک هیجان‌بخش است، چون به معنای رونق کار کسبه است. ظاهراً اشاره‌ی او به این نکته بود که رانندگان مأیوس از ترافیک، توقف می‌کنند و به خرید می‌پردازند [انسیک، ۱۹۹۷]. شورای شهر کلانشهرها ممنوعیتی بیست‌ساله را در رابطه با احداث اتوبان اعلام کرد و مشخصاً امیدوار است که با تشدید بار ترافیک، روش‌های جانشین تردد، شامل سیستم اتوبوسرانی که اتفاقاً توسط آن شورا اداره می‌شود نیز جذاب‌تر گردند [شورای کلانشهر، ۱۹۹۶].

**آلودگی هوا**

یکی از اعتقادات اصلی حامیان رشد عقلایی این است که هرچه مسافت کم‌تری با اتوبوس طی شود، الزاماً آلودگی هوای کم‌تری به‌وجود خواهد آمد. ولی آلودگی مسأله‌ای فراتر از این حرف‌هاست. وقتی اتومبیل‌ها سرد باشند، آلودگی بیش‌تری دارند، چون مبدل‌های کاتالیزوری تا زمانی که گرم نشوند، فعال نمی‌گردند. بنابراین، موتور اتومبیل باید شدید کار کند و موقع شتابگیری، باعث آلودگی بیش‌تری می‌شود. در مورد برخی آلاینده‌ها، حد آلودگی تا ۴۵ مایل[۳] در ساعت، و در مورد برخی دیگر، تا ۵۰ مایل در ساعت است و در سرعت‌های بالاتر از این حد، آلودگی اتومبیل کم‌تر خواهد بود. بنابراین، هر سیستم ترابری که موجب سفرهای کوتاه‌مدت متعدد با سرعت نازل در یک جریان ترافیک منقطع می‌شود، آلودگی خیلی بیش‌تری را نسبت به سیستمی ایجاد می‌کند که موجب سفرهای طولانی‌تری در یک ترافیک روان و با سرعت متوسط ۴۵ مایل در ساعت می‌شود. چون رشد عقلایی به احتمال قوی باعث شرایط قبلی می‌شود، کیفیت هوا را به مراتب بیش‌تر تنزل می‌دهد. برنامه‌ریزان پرتلندی پیش‌بینی می‌کنند، طرحشان به ده درصد افزایش مه‌دود منجر شود [مترو، ۱۹۹۸]. جدول یک نشان‌دهنده‌ی وجود رابطه‌ی نزدیک بین تراکمات شهری و آلودگی هوا بر درجات آلودگی EPA است. بدترین آلودگی با بیش‌ترین تراکم جمعیت همراه است و شهرهایی که دارای کم‌ترین آلودگی هستند، نازل‌ترین تراکم جمعیتی را دارند. متراکم‌ترین ناحیه‌ی شهری در آمریکا، یعنی لوس‌آنجلس، تنها شهری است که دارای وخیم‌ترین آلودگی، درجه‌بندی شده است.

جدول ۱. تراکم متوسط جمعیت نواحی شهری برحسب درجه‌بندی آلودگی هوایی EPA

| درجه‌بندی آلودگی | تراکم جمعیت (نفر در مایل مربع) |
|---|---|
| فوق‌العاده بالا | ۵۳۸۱ |
| شدید | ۳۰۲۷ |
| جدی | ۲۳۷۸ |
| متوسط | ۲۰۷۷ |
| جزئی | ۱۷۴۴ |
| صفر | ۱۵۰۵ |

**مسکن ارزان قیمت**

رشد عقلایی فرض می‌کند که با احداث آپارتمان و مجتمع‌های مسکونی بیش‌تر در قطعات کوچک زمین، مسکن ارزان‌قیمت تأمین می‌شود. ولی اگر اهالی مایل به زندگی در این نوع خانه‌ها نباشند، در این صورت استطاعت خریدشان منتفی است. نظرسنجی‌ها و داده‌های بازار نشان می‌دهند، مردم خانه‌سازی روی قطعات نسبتاً بزرگ زمین را ترجیح می‌دهند [انجمن ملی خانه‌سازان، ۱۹۹۹]. در اکثر بورس‌های مسکن، هزینه‌ی زمین جزء کوچکی از مخارج خانه است. درنتیجه، وجود قطعات بزرگ زمین باعث نمی‌شود که مردم استطاعت خرید مسکن را از دست بدهند. ولی حد و مرزهای رشد شهری و سایر ابزار تراکم رشد هوشمند موجب خلق کمبود مصنوعی زمین، و افزایش فاحش هزینه‌ی ساخت انواع خانه‌هایی می‌شود که مردم طالب آن‌ها هستند. انجمن ملی خانه‌سازان به تخمینات فصلی (سه ماهه) در مورد استطاعت خرید مسکن در بازارهای بزرگ شهری دست می‌زند. این براورده‌ها مبتنی بر سهم مسکن در بازار بورس آن و درآمدزایی کافی برای خرید یک خانه‌ی متوسط قیمت در بازار هستند.

وقتی پرتلند و سایر شهرهای ایالت اورگن در سال ۱۹۷۹ به تعیین حد و مرزهای رشد شهری‌شان اقدام کردند، این نواحی به طور تقریبی برای ۲۰ سال زمین متروکه داشتند که تا سال ۱۹۸۹ بخش اعظم آن هنوز ساخته نشده بود و نرخ خرید مسکن شهری در اورگن، از جمله موارد مقرون‌به‌صرفه در آمریکا محسوب می‌شد. ولی به‌تدریج اراضی خالی کاهش یافتند و تا سال ۱۹۹۶، قیمت زمین در منطقه‌ی پرتلند شاهد افزایش شش برابری بود. به این ترتیب، پرتلند در زمره‌ی پنج شهر گران‌قیمت از لحاظ مسکن در آمریکا قرار گرفت.

در سال ۱۹۹۸، سه منطقه از چهار منطقه‌ی شهری اورگن که توسط انجمن ملی خانه‌سازان درجه‌بندی شدند، در زمره‌ی ده منطقه‌ی گران‌قیمت مسکن قرار داشتند و منطقه‌ی چهارم در بین ۲۰ منطقه‌ی گران‌قیمت جای گرفت. شهرهای ایالت اورگن مسلماً در دهه‌ی ۹۰ میلادی توسعه یافته‌اند، ولی این امر در مورد سایر شهرها هم صدق می‌کند. لاس‌وگاس، رئو، بویس و فونیکس از جمله شهرهایی هستند که سریع‌تر از شهرهای اورگن رشد کرده‌اند. ولی بازار مسکن در آن‌ها این‌قدر از مقرون به صرفگی فاصله ندارد. شهرداری پرتلند به منظور مقابله با افزایش نرخ مسکن، قانونی را تصویب کرد که به موجب آن مقرر شد، از هر طرح عمرانی اجرا شده که دارای بیش از ده واحد مسکونی باشد، حداقل ۲۰ درصد واحدهای آن به اقشار کم‌درامد اختصاص داده شود. برنامه‌ریزان پرتلندی تخمین زده‌اند، این مصوبه به احداث حدود ۱۶۰۰ واحد ارزان‌قیمت در سال بینجامد. ولی با این سرعت، متجاوز از ۶۵ سال طول می‌کشد تا همه‌ی خانوارهای کم‌درامد فعلی خانه‌دار شوند. در این میان، به عقیده‌ی شرکت مشاوره‌ای هابسون-جانسون در پرتلند، قانون مزبور موجب بالا رفتن هزینه‌ی مسکن برای همه‌ی اقشار خواهد شد؛ به‌خصوص اقشار کم‌درامدی که فرصت خرید فوری یک واحد ارزان‌قیمت را از دست می‌دهند.

**هزینه‌ی خدمات شهری**

یک ادعای مهم دیگر رشد عقلایی این است که توسعه‌ی حومه‌نشینی کم‌تراکم، بار مالی بیش‌تری نسبت به طرح‌های عمرانی پرتراکم، به جامعه تحمیل می‌کند و علت آن هم هزینه‌ی بالای گسترش خدمات شهری (فاضلاب، آبرسانی، جاده‌سازی و مدرسه‌ها) به نواحی کم‌تراکم است. ولی تحقیقات هزینه‌ی بسط شهری دلالت بر آن دارد که ظاهراً این نسبت‌ها همگی براساس داده‌های فرضی بنا نهاده شده‌اند [شرکت تحقیقات راجع به اموال غیرمنقول، ۱۹۷۴]. دکتر هلن کد (۱۹۹۲)، از دانشگاه دوک، به مقایسه‌ی هزینه‌های عملی خدمات شهری بخش آمریکا پرداخت. او دریافت، در تراکم‌های جمعیتی بالای ۲۰۰ نفر در مایل مربع (تقریباً تراکم جمعیت نواحی روستایی ایالت کنتیکات)، تراکم بیش‌تر به مخارج خدمات شهری بالاتر منجر می‌شود. در مطالعات مخارج توسعه‌ی شهری، مخارج فرضی یک طرح عمرانی پرتراکم با یک طرح کم‌تراکم در اراضی بایر نیز مقایسه شد. اما طرح رشد عقلایی برای باز عمرانی محلات کم‌تراکم فعلی به تراکم‌های بالاتر، موضوعی کاملاً متفاوت است. این نوع باز عمرانی می‌تواند بسیار پرخرج تمام شود، چون اغلب مستلزم برچیدن زیرساخت فعلی به منظور تعبیه‌ی امکانات عرضه‌ی خدمات پرظرفیت‌تر است.

در سال ۱۹۸۰ در «سن‌دیگو» طرحی به تصویب رسید که مشوق توسعه‌ی مرکز شهر و نهی‌کننده‌ی توسعه‌ی کم‌تراکم در حومه‌ها بود. در سال ۱۹۹۰،

شهرداری با کمبود تأسیسات زیربنایی معادل یک میلیارد دلار مواجه شد، چون شبکه‌ی آبرسانی فاضلاب و سایر تأسیسات زیربنایی قادر به مدارا با تراکم‌های جدید و بیش‌تر نبودند [کالاوتیا، ۱۹۹۷].

مخارج خدمات شهری، به دلیل ضوابط منطقه‌بندی رشد عقلایی که از لحاظ تجاری واقع‌بینانه نیستند، به مراتب بیش‌تر می‌شود. اکثر نواحی شهری، به اندازه‌ی کافی محلات مسکونی پرتراکم برای جوابگویی به تقاضا را دارند. متولیان عمران از احداث مسکن جدید برای یک بازار ضعیف اکراه دارند. دولت‌های محلی به منظور عملی کردن طرح‌های عمرانی حمل و نقل عمومی گرا، باید سوبسید و تخفیف مالیاتی قائل شوند.

شهرداری پرتلند در ارگن به ایجاد خطوط آهن سبک دست زد، به این امید که حمل و نقل ریلی، محرک توسعه باشد؛ به‌ویژه توسعه در مناطق پرتراکم، ده سال بعد از آن‌که احداث اولین خط آهن به پایان رسید. چارلز هیلز که از طرفداران رشد عقلایی و یک مشاور شهرداری پرتلند بود، دریافت که در امتداد خط آهن مزبور، ساخت و ساز چندانی صورت نمی‌گیرد. بنابراین شورای شهر را، برای دادن معافیت ده سال مالیات بر دارایی متولیان ساختمان و ساز متقاعد کرد. «شرگریشام»، واقع در منتهاالیه شرق خط آهن پرتلند، برای یک مجری عمران، یک سلسله تخفیفات مالیاتی به میزان ۴۰۰ هزار دلار و کمک‌های بلاعوض برای تولید نوعی ساختار آپارتمانی پرتراکم‌تر از حدی که متولی عمران در نظر داشت، منظور کرد. در انتهای غرب خط آهن شهری پرتلند هم، شهر بیورتون قرار داشت که شهرداری آن، نه میلیون دلار تخفیف مالیاتی و سوبسیدهای اساسی برای یک طرح عمرانی دارای گرایش به حمل و نقل عمومی موسوم به «بیورتون راند» تخصیص داد. ولی چون متولی طرح قادر به یافتن مشتری نشد، در معرض ورشکستگی قرار گرفت و ۳/۴ میلیون دلار سوبسید اضافه به او داده شد [فنترس، ۱۹۹۹].

ترانزیت ریلی مستلزم سوبسیدهای بالاست. جان فرگونز، از برنامه‌ریزان پرتلندی، عقیده دارد که خط آهن در صورتی که فقط حمل و نقل را مدنظر داشته باشیم، به زحمتش نمی‌ارزد، بلکه هدف باید توسعه‌ی محلات پرتراکم باشد- ۱۹۹۵. به‌رغم آن‌که ترانزیت ریلی ابتدا ارزان‌تر از اتوبان تلقی و تبلیغ می‌شد، ولی پروژه‌های مربوط به حمل و نقل ریلی که در متجاوز از ۶۰ شهر آمریکایی مدنظر قرار دارند، معمولاً حدود ۵۰ میلیون دلار در دو مایل خرج برمی‌دارند که مساوی است با مخارج احداث ۲/۵ مایل اتوبان چهار خطه. ترانزیت ریلی غالباً دارای ظرفیت حمل و نقلی معادل اتوبان هشت خطه تلقی می‌شود، ولی اکثر خطوط آهن سبک آمریکایی، کم‌تر از یک خط اتوبان افراد را جابه‌جا می‌کنند [کاکس، ۱۹۹۹].

### حفظ فضای باز

مزیت اصلی عمران پرتراکم به عقیده‌ی سیراکلاب که به طبیعت گرایش دارد، این است که باعث حفاظت از مزرعه‌ها، جنگل‌ها و فضای باز می‌شود. ولی فضای باز خارج شهری در آمریکا کم نیست. طبق آمار مرکز خدمات حفاظت منابع طبیعی (۱۹۹۵)، مساحت اراضی عمران‌شده، اعم از شهری و روستایی، فقط ۵۰ درصد مساحت ۴۸ ایالت داخل آمریکا را اشغال می‌کند و به موجب آمار سال ۱۹۹۰، زمین‌های شهری فقط ۲ درصد مساحت آمریکا را تشکیل می‌دهند. اما آنچه درحقیقت کم است، فضاهای باز شهری مثل: پارک، زمین گلف، مزرعه‌های داخل شهر، و حتی محوطه‌های بزرگ مورد استفاده‌ی تفریحی شهرنشینان است. رشد عقلایی این قبیل فضاهای باز را برای عمران مدنظر دارد. برای مثال، در منطقه‌ی شهری پرتلند، بخش «کلاکاماس» مشغول بررسی امکان بازسازی یک زمین گلف است که به عنوان فضای باز برای ۱۱۰۰ خانه‌ی مسکونی و ۲۵۰ هزار فوت مربع فضای اداری در نظر گرفته شده است. ولی همه‌ی موارد زیر برای تحقق هدف‌های تراکمی منطقه لازم بوده‌اند:

- شهرداری پرتلند عملاً اقدام به فروش اراضی پارک‌های شهری به متولیان ساخت و ساز مشروط به احداث نواحی پرتراکم مسکونی توسط آن‌ها کرده است.
- متجاوز از ۱۰ هزار جریب اراضی زراعی مرغوب برای طرح‌های عمرانی در نظر گرفته شده‌اند.
- حدود ۳۶ محله، عمدتاً مشتمل بر خانه‌های تک‌خانواده، برای بازسازی و تبدیل به مراکز پرتراکم در نظر گرفته شده‌اند [مترو، ۱۹۹۸]. حیاط خلوت‌های وسیع این خانه‌ها همگی به‌عنوان مکان‌های قابل ساخت تلقی می‌شوند.

به رغم اتخاذ این قبیل تدابیر، هنوز مسلم نیست که رشد عقلایی موجب صیانت از فضاهای باز بزرگ شهری در مقابل ساخت و ساز بی‌ضابطه شود. اگر رشد هوشمند به تأسیس شهرهای شلوغ و آلوده بینجامد، خیلی از سکنه به نواحی روستایی فرار خواهند کرد. چندصد سایت خانه‌های خارج شهری ۱۰ تا ۴۰ جریبی، مساحتی معادل با هزاران قطعه زمین ربع جریبی حومه‌ای دارند.

### حس هم‌زیستی

مشکل بتوان این حس را با عدد و رقم نشان داد، ولی حداقل هر

جامعه‌شناس شهری مطمئن است که شهرهای پرتراکم (از لحاظ جمعیت) موجب احساس هم‌زیستی اجتماعی بیش‌تر نسبت به حومه‌های کم‌جمعیت نمی‌شوند. در دهه‌ی ۵۰ میلادی، هربرت گانس دو سال تمام را در یک محله‌ی پرجمعیت شهرنشین گذراند و بعد، دو سال در شهر «لو ینگتون» نیوجرسی اقامت کرد [گانس، ۱۹۶۷] و شاهد مشارکت اجتماعی شدید در لوینگتون بود؛ به‌خصوص در رابطه با تقسیمات مربوط به منطقه‌بندی و شهرسازی. اما او (۱۹۸۲) هیچ نوع احساس مودت اجتماعی قوی را در محله‌ی «وست اند بستن» مشاهده نکرد و در واقع به این نتیجه رسید که ساکنان این محله، به‌رغم احساس تعلق شدید به منشأ قومی یا قشر اجتماعی‌شان، برای محله‌ی خود اهمیتی قائل نیستند.

به علاوه گانس (۱۹۶۱) به مخالفت با افرادی که مدعی «بی‌روحی» حومه‌ی شهر بودند، پرداخت و نظر داد که در محلات کارگری مرکز شهر، خانه به خانواده اختصاص دارد. پس بخش اعظم حیات اجتماعی در خارج از منزل اتفاق می‌افتد... در این حالت، حیات خارج از خانه، مغازه‌های کوچک که به طور سنتی مایحتاج اقلیت‌های قومی و سایر اقلیت‌های فرهنگی را عرضه می‌کنند، و حال و هوای غیر بومی منطقه، باعث جلب گردشگران و مراجعان بدان محله‌ها می‌شود. در حالی که در محلات حومه‌ای طبقه‌ی متوسط، زندگی خیابانی وجود ندارد و همه‌ی فعالیت‌های اجتماعی داخل منزل اتفاق می‌افتند. درنتیجه این قبیل محلات به خصوص از نظر ساکنان، بی‌روح جلوه می‌کنند و احیاناً فاقد طراوت هم‌تایان اقلیت‌نشین و فقیرتر خود به‌نظر می‌رسند. ولی حال و هوای ظاهری، تنها ملاک نشاط اجتماعی محسوب نمی‌شود و مناطقی که برای یک گردشگر غیر جذابند، ممکن است در نظر اهالی کاملاً با طراوت باشند.

### دستورات پنهان

اگر رشد عقلایی چنین ضعف‌هایی را بروز داده است، پس چرا همه از آن حمایت می‌کنند؟ یک بررسی دقیق وضعیت طرفداران این رویه نشان می‌دهد که اکثرشان مقاصد نهانی در سر دارند. حامیان اصلی این رویه، عبارتند از: مسؤولان شاغل در مراکز شهر که مشتاق به اعاده یا استمرار تفوق شهرهایشان بر حومه هستند، شرکت‌های مالی مستقر در مرکز شهر که مایلند رکود کسبشان را نسبت به رونق کسب و کار در حواشی شهر و مراکز خرید (پاساژهای) حومه‌ای جبران کنند، شرکت‌های حمل و نقلی و کارکنانشان که درصدد جلب بودجه‌های هرچه بیش‌تر به‌رغم تنزل استفاده از روش‌های حمل و نقل عمومی شهری توسط مردم هستند، برنامه‌ریزان شهری جدید که به محک زدن نظریاتشان در شهرهای گوناگون علاقه‌مندند، طرفداران محیط‌زیست شهری که با احداث اتوبان و کلاً اتومبیل شخصی مخالفت دارند، و شرکت‌های مهندسی و ساختمانی که درصدد جذب بودجه‌ی فزاینده برای صرف در تأسیسات عمومی شهری نظیر حمل و نقل ریلی هستند.

تمام این گروه‌ها از ازدحام اتومبیل‌ها در حومه‌ی شهر نفع می‌برند، چون شلوغی حومه باعث جذابیت بیش‌تر نواحی مرکزی و هسته‌ای شهر می‌شود. به‌علاوه، ازدحام به‌عنوان مستمسکی برای توجیه لزوم صرف بودجه‌ی بیش‌تری برای حمل و نقل عمومی عنوان می‌شود؛ به‌رغم آن‌که سهم حمل و نقل عمومی در اکثر شهرها به‌قدری کم است (معمولاً زیر پنج درصد سفرهای شهری) که تأثیر خفیفی بر ترافیک می‌نهد. افزایش ترافیک، به تقاضا برای برنامه‌ریزی شهری و تأسیسات جدید عمومی برای حل این مشکل منجر می‌شود. طرفداران محیط‌زیست که از اتومبیل نفرت دارند، امیدوارند که ازدحام اتومبیل‌ها باعث شود، مردم سایر راه‌های عبور و مرور را انتخاب کنند. بدین‌ترتیب، ترافیک یکی از هدف‌های طبیعی رشد عقلایی است. درنتیجه، وقتی طرفداران رشد عقلایی نظر می‌دهند که ازدحام اتومبیل‌ها نشانه‌ی توسعه‌ی شهری مثبت است، نباید تعجب کنیم.

### حرکت به سوی حکومت ناحیه‌ای

در اکثر شهرهای آمریکا، ائتلاف طرفداران رشد عقلایی که در بخش قبل بدان اشاره شد، قدرت سیاسی زیادی در حومه‌ها ندارد و اکثر نواحی حومه، سابقه‌ی طولانی مقاومت در مقابل انضمام یا الحاق به شهرهای مربوطه را دارند. به منظور غلبه بر این مقاومت، طرفداران رشد هوشمند از مؤسسات دولتی منطقه‌ای که هم بر حومه و هم داخل شهر نفوذ دارند، حمایت کرده‌اند.

برخی محققان تصریح می‌کنند، هدف حکومت ناحیه‌ای ممانعت از مقاومت دموکراتیک مناطق محلی در مقابل هدف‌های رشد عقلایی است. **داگلاس پرتر** (۱۹۹۱)، از اعضای انیستیتوی اراضی شهری، مطالبی راجع به تفاوت بین روش زندگی روزمره‌ی باب طبع اکثر آمریکاییان، و روشی که اکثر شهرسازان و مهندسان ترافیک مناسب تشخیص می‌دهند، نوشته است. او طرفدار سازمان‌های منطقه‌ای صاحب اختیارات وسیع برای تأثیر بر روند تصمیم‌گیری محلی در مورد موضوعات کاربری اراضی است و شرکت متروی پرتلند را به عنوان یک نمونه‌ی چنین مؤسسه‌ای ذکر می‌کند. این شرکت در سال ۱۹۹۲ با نوعی رأی‌گیری مخفی تأسیس شد که به غلط محدودکننده‌ی حکومت منطقه‌ای تلقی گشت. این مؤسسه اختیارات نهایی برنامه‌ریزی کاربری اراضی و حمل و نقلی در ۲۴ شهر و سه بخش را به عهده دارد و از اختیاراتش به منظور تعیین حد نصاب‌های جمعیتی برای شهرها و بخش‌های مزبور استفاده کرده است که باید با منطقه‌بندی مجدد محلات فعلی و قائل شدن تراکمات بیش‌تر، آن‌ها را تحقق بخشند.

آنتونی داونز، اقتصاددان عضو «انیستیتوی بروکینگز»، به‌رغم آن‌که از حامیان رشد عقلایی نیست، ولی اذعان دارد که یک دولت ناحیه‌ای مرکب از نمایندگان دولت‌های محلی می‌تواند مواضع

بحث‌انگیزی اتخاذ کند؛ بدون آن‌که باعث شود، اعضایش تعهدی به آن مواضع داشته باشند. هر عضو می‌توانند ادعا کند که اتفاق ناخواسته، تقصیر تشکیلات سایر اعضا بوده است [داونز، ۱۹۹۲]. تعریف داونز با آنچه در پرتلند اتفاق افتاد، سنخیت دارد. یک حقیقت بدیهی در عرصه‌ی برنامه‌ریزی این است که اکثر آحاد جامعه تا وقتی که قضیه بر محله‌ی خودشان تأثیر نگذارد، مداخله نمی‌کنند. شرکت مترو توانست بدون جلب توجه عمومی یا با مشارکت جزئی آن، به طرحریزی برای منطقه‌ی پرتلند دست بزند. ولی شهرداری‌ها در مقابل مخالفت‌های شدید محلاتی قرار دارند که مایل به متراکم شدن نیستند و می‌گویند، مترو آن‌ها را مجبور به متراکم شدن می‌کند. مترو هم جواب داده است که اجباری برای متراکم‌سازی برخی محلات خاص از طرف شهرداری‌ها وجود ندارد و فقط باید هدف‌های معینی را تحقق بخشند. ساکنان محلات در مورد نحوه‌ی توقف روند منطقه‌بندی مجدد احساس تردید و سردرگمی می‌کنند. در یک حومه‌ی شهری، رأی‌دهندگان به استیضاح شهردار و اعضای انجمن شهر اقدام کردند، ولی انجمن جدید شهر هم باید حدنصاب‌های مترو را تأمین کند. یک حومه‌ی دیگر، به توجه نکردن به هدف‌های مقرر مترو رأی داد، ولی این رأی‌گیری فاقد وجهه‌ی قانونی بود.

موفقیت رأی‌گیری مخفی شرکت مترو در سال ۱۹۹۰ تا حدی بدین دلیل حاصل شد که حامیانش وعده دادند، یک مؤسسه‌ی برنامه‌ریزی منطقه‌ای مانع از تبدیل پرتلند به شهری مثل لس‌آنجلس خواهد شد که شلوغ‌ترین شهر آمریکا از لحاظ تراکم جمعیت محسوب می‌شود [انیستیتوی ترابری تگزاس، ۱۹۹۸]. فقط دو سال بعد بود که متولیان برنامه‌ریزی در شرکت مترو به مقایسه‌ی پنجاه شهر بزرگ آمریکا دست زدند تا ببینند، کدامشان تشابه هدف‌های بیش‌تری با پرتلند دارند (تراکم‌های بالا توأم با میزان سرانه‌ی اتوبان کم‌تر). و دریافتند، لس‌آنجلس متراکم‌ترین ناحیه‌ی شهری در آمریکا، با تراکمی ۳۰ درصد بیش‌تر از ناحیه‌ی شهر نیویورک است (که شامل نیوجرسی در شمال شرق و کنتیکات در جنوب غرب می‌شود). به‌علاوه، لس‌آنجلس سرانه‌ی اتوبان کم‌تری دارد که حدود ۵۰ مایل برای دو میلیون نفر در قیاس با معدل حدود ۱۲۰ مایل برای مناطق شهری آمریکا می‌شود. ازدحام ماشین‌ها توأم با اتوبان‌های ناکافی، توجیه‌کننده‌ی شلوغی لوس‌آنجلس است.

مترو (۱۹۹۴) اذعان کرد، ما از مباحثات عمومی این استنباط کلی را به‌دست می‌آوریم که لوس‌آنجلس نشانه‌ی آینده‌ای است که باید از آن احتراز کنیم. درحالی‌که طرح تقلید از لوس‌آنجلس در پرتلند را به تصویب رسانده است، اهالی حومه‌ی پرتلند از پذیرفتن محدودسازی آزادی‌شان مبتنی بر رشد عقلایی اکراه دارند، چون اجرای این طرح مشکل‌تر از حد انتظار از کار درآمده است. ماسیک مک‌کورمیک (۱۹۹۷)، مؤلف «مقررات رشد عقلایی» که اخیراً توسط مجلس ایالتی واشنگتن به تصویب رسید، در یک کنفرانس در ونکور در کانادا، نسبت به وجود این نوع مقاومت‌ها اظهار تأسف و اعتراف کرد، من از اهالی استان «برتیش کلمبیا» کانادا، از اشتیاقشان برای قانون مهندسی، خوشم می‌آید. آن‌ها این قوانین را می‌پذیرند.

«سازمان حفاظت از محیط زیست» (EPA) معتقد است، روش غلبه بر حومه‌نشیناتی را که برای قرار گرفتن تحت سلطه‌ی دولت محلی رغبتی ندارند، می‌داند. هریت ترگونینگ (۱۹۹۸)، مدیر دایره‌ی امور شهری EPA، حامی دولت منطقه‌ای است و توصیه می‌کند، آن را از طریق محدودسازی بودجه‌ی حمل و نقل دولت‌های محلی که همکاری نمی‌کنند، تقویت کنیم. در این میان، کمک‌های مالی تخصیص‌یافته به فضاهای باز که توسط ال گور، معاون ریاست جمهوری پیشنهاد شده‌اند، حکم جایزه‌هایی را دارند که صرفاً به جوامع اجراکننده‌ی سیاست‌های رشد عقلایی تعلق می‌گیرند.

## نتیجه‌گیری

رشد عقلایی به مثابه تهدیدی برای آزادی انتخاب، حق مالکیت خصوصی، تحرک و حق حاکمیت محلی است. با وجود این‌که سیاست‌های رشد عقلایی اساسی به نظر می‌رسند، ولی درواقع به منزله‌ی گسترش طبیعی همان قوانین منطقه‌بندی اتخاذ شده توسط شهرداری‌ها از دهه‌ی ۱۹۲۰ میلادی به بعدند. این مقررات منطقه‌بندی، به مرور زمان به طور فزاینده‌ای محدودکننده‌تر شده‌اند و رشد عقلایی، آن‌ها را حتی سختگیرانه‌تر می‌کند. رشد عقلایی به‌وضوح نمونه‌ای از نظارت اجتماعی خزنده است؛ اگر آن را سوسیالیسم خزنده فرض نکنیم.

**نکته:** ناحیه‌ی شهری (شده) یک اصطلاح خاص اداره‌ی آمار است که شامل هسته‌ی مرکزی یک ناحیه‌ی کلان شهری، به اضافه‌ی کلیه‌ی اراضی مجاورش می‌شود و تراکم جمعیتی بالای هزار نفر در هر مایل مربع دارد.

**زیرنویس**

۱. صرفه‌های برون‌داد ترجمه‌ی کلمه‌ی (exeternalitiv) است؛ یعنی مجموعه عواملی که موجب می‌شوند، هزینه‌ها پائین بیایند و بهره‌وری بیش‌تر شود.

۲. هر فوت حدود ۰/۳۰ متر است.

۳. هر مایل حدود ۱/۶ کیلومتر است.

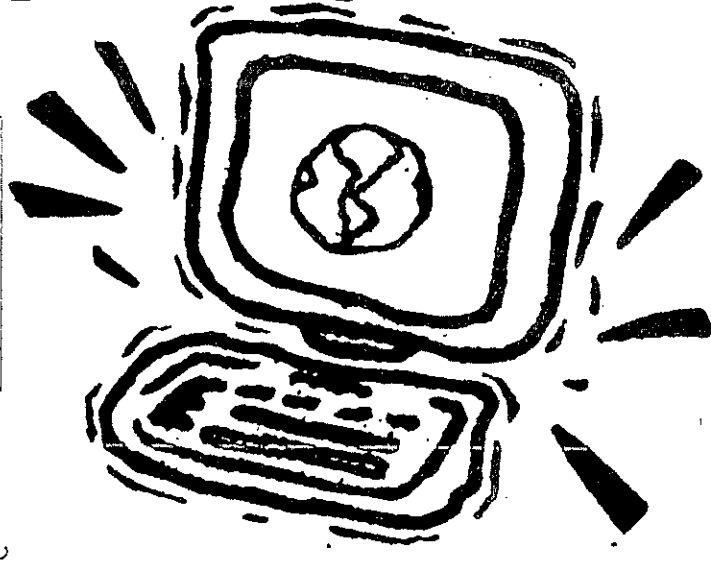
**منبع**

The Independent Review, Vol.IV, N.4, Spring 2000, pp 501-516.

# اینترنت و کاربرد آن در علم جغرافیا

علی قاسمی بگتاش
کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (آب و هواشناسی)

علی اینانلو
کارشناس ارشد جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری



**مقدمه**

در قرن حاضر، ارتباطات فرا مرزی فصل تازه‌ای از نظام ارتباطی را در جهان رقم زده‌اند و درواقع، جهان وارد عصر حاکمیت رایانه شده است. در این عصر، یکی از اهرم‌های مهم برای دستیابی به توسعه و پیشرفت، به دست آوردن آسان اطلاعات و دانش روز است. در کشور ما در زمینه‌ی بهره‌گیری از امکانات و دانش رایانه، گام‌های مهمی برداشته شده است، اما در مقایسه با توسعه‌ی روزافزون و شتابناک علوم رایانه‌ای در جهان، تا رسیدن به مرحله‌ی برتر دسترسی به جریان اطلاعات مورد نیاز، باید تلاش‌های بیش‌تری به عمل آوریم.

اینترنت، به عنوان یکی از آورده‌های جدید رایانه‌ای در زمینه‌های گوناگون می‌تواند کاربرد داشته باشد، و جغرافیا نیز به عنوان یکی از علوم کاربردی، می‌تواند از اینترنت استفاده‌ی مطلوب ببرد. آنچه که اینترنت به علم جغرافیا هدیه می‌دهد، همانند هر موضوع دیگری، سرعت، دقت و انبوهی از اطلاعات است. جغرافیا، به دلیل ماهیت اطلاعاتی‌اش، می‌تواند بیش‌ترین بهره را از این ابعاد نصیب خود کند. به روز کردن اطلاعات جغرافیایی وثبت آخرین تغییرات، به عنوان دو رکن مهم در مسائل جغرافیایی، می‌تواند انگیزه‌ی لازم را به جغرافیدانان برای روی آوردن به این پدیده‌ی جدید بدهد.

در گذشته‌های دور حاصل سفرهای پرزحمت و پرهزینه، گردآوری اطلاعات اولیه‌ای بود که بر مبنای آن، بناهای علمی جغرافیا ساخته می‌شد. اکنون شما در منزل خود می‌توانید، چنین تجربه‌هایی را به دست آورید، آن هم با سرعتی باورنکردنی و غیرقابل تصور. برای دستیابی به این منظور لازم است، هر کسی که به موضوعات علوم جغرافیایی علاقه دارد، اطلاعات جامعی از نحوه‌ی استفاده از فناوری اینترنت و کاربرد آن در علم جغرافیا کسب کند تا بتواند، به نحو مطلوب و با صرف کم‌ترین وقت و هزینه، از این امکانات بهره‌مند شود. برای دستیابی به این مهم، گزیده‌ای از مطالب مرتبط با اینترنت و نحوه‌ی استفاده‌ی جغرافیدانان از آن‌ها را شرح می‌دهیم و مهم‌ترین سایت‌های علوم جغرافیایی و علوم زمین را برای استفاده‌ی علاقه‌مندان به این موضوعات، معرفی می‌کنیم.

اینترنت درحقیقت مجموعه‌ای از میلیون‌ها رایانه است که در سراسر جهان پراکنده‌اند و توسط خطوط ارتباطی یا مخابراتی به هم متصل شده‌اند. از نظر علمی، اینترنت به مجموعه‌ای از منابع انسانی، مالی، اطلاعاتی و سخت‌افزاری گفته می‌شود که توسط یک استاندارد جهانی با هم در ارتباط هستند و می‌توانند، از منابع یکدیگر استفاده کنند. بیش‌تر مردم از اینترنت برای به دست آوردن اطلاعات گوناگون استفاده می‌کنند، و برای جغرافیدانان نیز، اینترنت منبع عظیم اطلاعات است و آن‌ها می‌توانند، در جهت پویایی علم جغرافیا، از اطلاعات موجود در اینترنت استفاده کنند. متأسفانه آمار استفاده‌کنندگان از اینترنت در کشور ما نشان می‌دهد، **این فناوری جدید هنوز در کشور ما توسعه‌ی چندانی نیافته است. اگر این رقم را برای دبیران و متخصصان جغرافیا هم محاسبه کنیم، بدون شک درصد استفاده‌کنندگان بسیار پائین‌تر خواهد آمد.**

جدول ۱ و ۲، درصد استفاده‌کنندگان کشورهای گوناگون از

اینترنت را تا پایان سال ۲۰۰۱ میلادی نشان می‌دهد. این جدول شامل مهم‌ترین کشورهای صنعتی، کشورهای هم منطقه با ایران و خود ایران می‌شود. اطلاعات جدول به صورت نزولی مرتب شده است.

جدول ۱. درصد استفاده کنندگان (نسبت به کل جمعیت) از اینترنت در چند کشور جهان

| کشور | درصد | کشور | درصد | کشور | درصد | کشور | درصد |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| آمریکا | ۵۵ | انگلستان | ۳۳ | روسیه | ۱۷ | کویت | ۵ |
| سوئد | ۵۱ | آلمان | ۲۲ | فرانسه | ۱۶ | ایران | ۴ |
| فنلاند | ۴۴ | ژاپن | ۲۱ | آذربایجان | ۱۵ | ترکیه | ۳ |
| کانادا | ۴۲ | ایتالیا | ۲۰ | پاکستان | ۸ | عربستان | ۲ |

جدول ۲. پهنای باند کل اینترنت در کشورهای خاورمیانه و نیز آمریکا

| کشور | پهنای باند (Mb/S) | کشور | پهنای باند (Mb/S) | کشور | پهنای باند (Mb/S) |
|---|---|---|---|---|---|
| کویت | ۶۰ | مصر | ۲۸۰ | آمریکا | ۶۷۰ |
| لبنان | ۱۵ | ایران | ۸۵ | عربستان | ۳۲۰ |

## انواع اتصال‌های اینترنت

برای اتصال به اینترنت، رایانه‌ی خود را به یک رایانه‌ی متصل به اینترنت وصل کنید که این کار معمولاً توسط یک شرکت ارائه دهنده‌ی خدمات اینترنتی (isp) صورت می‌گیرد. انواع اتصال‌ها از این قرارند:

**اتصال‌های شماره‌ای:** با استفاده از خط تلفن شماره‌ای می‌توانید رایانه‌ی خود را به اینترنت وصل کنید. این همان روشی است که اغلب کاربران خانگی در کشور ما از آن استفاده می‌کنند. برای اتصال به این روش، به یک مودم نیاز دارید. مودم را به فیش تلفن متصل می‌کنیم و به اینترنت وصل می‌شویم. اکثر ispها از مودم‌های دارای سرعت‌های ۲۸/۸ و ۵۶ کیلو بیت در ثانیه (kbps) پشتیبانی می‌کنند.

**اتصال خط مشترک دیجیتال (DSL):** این خط از خانواده‌ی خطوط تمام دیجیتال با سرعت بالاست که از سیم‌های تلفن عادی با مودم‌های ویژه در هر دو انتها استفاده می‌کنند. سرعت انتقال داده‌ها از اینترنت به رایانه در این روش، از ۷۶۸ کیلو بیت در ثانیه تا ۸ مگا بیت در ثانیه (Mbps) نوسان دارد، ولی درواقع سرعت‌ها به مراتب پائین‌ترند. با این خط می‌توان رایانه را به اینترنت وصل کرد و هم‌زمان با همان خط تلفن، ارتباط تلفنی برقرار کرد. با این حال، وقتی از تلفن استفاده می‌شود، سرعت اینترنت افت می‌کند. هزینه‌های این خطوط از هزینه‌های خطوط عادی بالاتر است. مودم DSL را شرکت مخابرات تهیه می‌کند.

**خطوط شبکه‌ی دیجیتال سرویس‌های مجتمع (ISDN):** این خطوط، خط تلفن ارتقا یافته هستند که می‌توان برای دسترسی سریع‌تر به اینترنت و برای مکالمه‌های تلفن عادی، از آن‌ها استفاده کرد. می‌توان هم‌زمان با گشت‌زنی در وب، مکالمه‌ی تلفنی هم انجام داد. این خطوط تمام دیجیتال هستند؛ به این معنا که لازم نیست داده‌ها به سیگنال آنالوگ تبدیل شوند و آن سروصدای غیرعادی که از مودم‌ها شنیده می‌شوند، در این خطوط وجود ندارد. سرعت آن‌ها معمولاً دو برابر مودم آنالوگ است و تقریباً سرعتی معادل ۱۲۸ کیلو بیت در ثانیه دارند. برای اتصال از این طریق، به یک آداپتور (ISDN) نیاز است که به مودم شباهت دارد و هزینه‌ی آن به تعداد دقایق استفاده بستگی دارد. هزینه‌ی استفاده در ساعت‌های اداری بالاتر است.

**خط استیجاری:** این خط، از نوع خط تلفنی است که سازمان‌ها برای اتصال به دفترها و شرکت‌های خود به کار می‌برند که دارای سرعت‌های متفاوتی است. هزینه‌ی این خط معمولاً گران‌تر است.

**اتصال‌های اینترنت کابلی (HFC):** در این نوع اتصال، داده‌ها با سرعت حیرت‌انگیز ۳۰ مگابیت در ثانیه می‌رسند، ولی سرعت ارسال به کیفیت خط وابسته است و فقط شرکت‌های بزرگ از عهده‌ی هزینه آن برمی‌آیند.

**اتصال‌های ماهواره‌ای (DSS):** سیستم ماهواره‌ای دیجیتال یا ماهواره‌ای پخش مستقیم، این امکان را فراهم می‌کند که اطلاعات اینترنت از طریق ماهواره دریافت شود. برای اتصال از یک آنتن ۲۴ اینچی، یک کابل هم‌محور، یک کارت آداپتور pc و نرم‌افزارهای مبتنی بر ویندوز استفاده می‌شود. هزینه و سرعت این خط نیز بسیار بالاتر از سایر انواع اتصال‌هاست.

**اتصال‌های بی‌سیم، WAP:** برای راه‌اندازی آن به یک مودم رادیویی نیاز است.

## مفاهیم مقدماتی در اینترنت

**الف) میزبان**[1]: به رایانه‌هایی که اطلاعات متفاوتی ارائه می‌دهند و همچنین رابط اصلی چند رایانه با اینترنت هستند، رایانه‌ی میزبان گفته می‌شود.

**ب) کاربر**[2]: به رایانه‌هایی که اطلاعاتی را دریافت می‌کنند و به رایانه‌های میزبان متصل می‌شوند، رایانه‌ی کاربر گفته می‌شود. برای مثال، رایانه‌ی شما زمانی که به اینترنت متصل است، کاربر محسوب می‌شود.

## امکانات موجود در اینترنت برای استفاده‌ی جغرافیدانان

۱. استفاده از اینترنت به عنوان وسیله‌ای برای آموزش الکترونیکی[3]

۲. عضویت در گروه‌های خبری[4]

۳. ارتباط با سایر جغرافیدانان به وسیله‌ی پست الکترونیکی[۵]
۴. پخش افکار، عقاید و مقالات بین گروه‌های هم‌فکر و جغرافیدانان به وسیله‌ی وبلاگ[۶]
۵. شرکت در کنفرانس‌های گفتاری و تصویری
۶. خدمتگذارهای فایل[۷]
۷. استفاده از صفحات وب[۸]

## آموزش الکترونیکی چیست؟

امروزه اینترنت به خاطر صرفه‌جویی در هزینه، زمان، رفت و آمدها و... در اکثر زمینه‌ها نظیر تجارت، ارتباطات و آموزش، جایگاه ویژه‌ای پیدا کرده است؛ به طوری که استفاده از اینترنت در اکثر زمینه‌ها امری اجتناب‌ناپذیر می‌نماید. در حال حاضر، انقلاب فناوری عمیقاً نحوه‌ی تفکر درباره‌ی عمل و بسیاری از فرایندهای کاری را در زندگی ما تغییر داده است و تحولات بزرگ جامعه‌ی بشری، ما را به سویی می‌کشاند که آموزش از راه دور، امری اجتناب‌ناپذیر خواهد شد. گاه در این عرصه می‌توان فرصت‌هایی را یافت که نتیجه‌ی فرایند آموزش را غنی‌تر می‌کند و چه بسا با در اختیار گرفتن امکانات کمک آموزشی دیداری و شنیداری پیشرفته در این نوع آموزش، درس‌ها و ارائه‌ی مطالب بسیار جذاب‌تر شود.

آموزش الکترونیکی عبارت است از ارائه‌ی محتوای آموزشی و تجربیات استادان مجرب هر رشته، از طریق فناوری الکترونیک به دانشجویان. این دانشجویان می‌توانند در هر نقطه‌ی جهان از این آموزش‌ها بهره‌مند شوند. از نگاهی دیگر، آموزش از راه دور، کاری جدید و هنرمندانه، و راه‌حلی جامع است که به مؤسسات خواهان حرکت در مسیر فناوری روز و تغییر روش‌ها و محیط‌های آموزشی، امکان دستیابی به شیوه‌های نوین آموزشی را می‌دهد. اصطلاح «آموزش الکترونیکی»، شامل فهرست بزرگی از کاربردها و عملکردها، از جمله آموزش مبتنی بر وب[۹]، آموزش مبتنی بر رایانه، کلاس‌های مجازی[۱۰] و همکاری‌های الکترونیکی[۱۱] است.

آموزش از راه دور هم اکنون سال‌هاست که در دنیا متداول و رایج است. اما ترکیب این نوع آموزش با اینترنت، به ابداع روش جدیدی از نحوه‌ی تدریس به نام e-learning منجر شده است، آموزش الکترونیکی، هم بسیار مؤثر و کارامد است، و هم مقرون به صرفه. به علاوه، برای تمامی افراد از هر قشر و موقعیتی به سرعت قابل دسترسی است. در این روش، با استفاده از ارتباط دوطرفه در اینترنت، مشکل محدودیت زمانی مرتفع می‌شود و ارتباط میان استاد و دانشجو و همچنین هم‌کلاسی‌ها، مستقل از زمان و مکان خواهد بود. در این سیستم آموزشی، دانشجویان می‌توانند از طریق اینترنت در مرکز ثبت‌نام کنند، از میان درس‌های ارائه شده واحد برگزینند، جزوه‌ی درس مورد نظر را مطالعه کنند، از جلسات درس استاد بهره بگیرند، و در آخر دوره نیز امتحان بدهند. همچنین، می‌توانند هر روز و هر لحظه که اراده کنند، با استاد و هم‌کلاسی‌های خود ارتباط بگیرند و به تبادل‌نظر و مباحث گروهی پیرامون مفاد درسی و یا تمرین‌های داده شده از طرف استاد، بپردازند. در این جا، تعریف آموزش الکترونیکی توسط چند تن از کارشناسان را ارائه می‌کنیم:

**هاوارد بلاک**[۱۲] می‌گوید: «آموزش الکترونیکی توجه به یادگیری از طریق اینترنت است.»

**تراندسن الیت**[۱۳] می‌گوید: «آموزش الکترونیکی نیروی شبکه را به کار می‌برد و کسانی که به فناوری‌های اینترنتی تکیه دارند. هنگام کار با شبکه، قادر به یادگیری می‌شوند.»

**الیوت میس**[۱۴] می‌گوید: «آموزش الکترونیکی، فناوری شبکه را برای طراحی، انتخاب، اداره کردن و بسط دادن آموزش به کار می‌برد.»

دست‌اندرکاران سیستم‌های cisco معتقدند: «آموزش الکترونیکی، نوعی یادگیری اینترنتی است که می‌تواند شامل رساندن مطلب در چندین شکل، مدیریت آموزش و یک مجموعه‌ی شبکه شده از دانش‌آموزان و تعدادی توسعه‌دهندگان و کارشناسان خبره باشد. همچنین، آموزش الکترونیکی یادگیری را سریع‌تر و با هزینه‌ای کم‌تر میسر می‌سازد. به علاوه، دستیابی به آموزش را برای همه، و شرکت همگان در فرایند یادگیری را میسر می‌سازد..»

**وگن کورنلیا**[۱۵] می‌گوید: «آموزش الکترونیکی عبارت است از رساندن مطلب از طریق تمام رسانه‌هایی که اینترنت و اکسترانت‌ها، به همراه broadcast، نوار صوتی/تصویری، تلویزیون محاوره‌ای و سی‌دی‌رام فراهم می‌کنند.»

**پریست گری**[۱۶] از شرکت آموزش الکترونیکی «Smart Force» موارد زیر را در تعریف آموزش الکترونیکی بیان می‌کند:

- آموزش الکترونیکی پویاست. امروزه محتوای آن کاملاً به روز است و کارشناسان خبره می‌توانند به صورت آنلاین[۱۷]، بهترین منابع را در اختیار بگیرند. آموزش الکترونیکی به صورت real-time عمل می‌کند: شما نیازتان را هر زمان که بخواهید، می‌گیرید.
- آموزش الکترونیکی نوعی تشریک مساعی است، زیرا هر فرد از چندین نفر یاد می‌گیرد و نیز دانش‌آموزان با افراد حرفه‌ای و خبره‌ی این علم آشنا می‌شوند.
- آموزش الکترونیکی متعلق به تک تک افراد است. هر دانش‌آموز فعالیت مورد نظرش را انتخاب می‌کند و سپس می‌تواند، ساعاتی در آن مورد، اطلاعات کسب کند.
- آموزش الکترونیکی جامع و فراگیر است. زیرا یادگیری را از منابع بسیار زیادی فراهم می‌کند و دانش‌آموز را قادر می‌سازد، مدل آموزشی خاصی را انتخاب کند.

## ارتباط با سایر جغرافیدانان به وسیله‌ی پست الکترونیکی

امروزه برای برقراری کوچک‌ترین ارتباط، یک گام فراتر از

شماره‌ی تلفن، نشانی پست الکترونیکی مطرح است. اما پست الکترونیکی چیست؟ نامه‌ی الکترونیکی، پیامی است که به شکل الکترونیک از یک رایانه به رایانه‌ی دیگر ارسال می‌شود. با امکانات موجود در اینترنت می‌توانیم، پیامی را در رایانه‌ی خود بنویسیم و آن را به هر رایانه‌ی دیگری در اینترنت بفرستیم. با ثبت یک نشانی پست الکترونیکی به نام خود، در واقع آن را منحصر به خود کرده‌ایم. این نشانی در تمامی دنیا فقط متعلق به خود ما خواهد بود. بنابراین، هر کسی در هر جای دیگر دنیا پیام‌هایی را به این نشانی بفرستد، به دست ما خواهد رسید.

پست الکترونیکی چه مزایایی برای یک جغرافیدان دارد؟ جغرافیدان، به عنوان متخصص جغرافیا، با داشتن آدرس پست الکترونیکی می‌تواند نامه‌های خود را بسیار سریع‌تر، ارزان‌تر و حتی رایگان و در هر زمان و در هر مکان دریافت کند و یا به سایر جغرافیدانان یا دوستان خود، چه در داخل کشور و چه در خارج کشور، بفرستد.

همچنین، جغرافیدان با داشتن آدرس پست الکترونیکی می‌تواند به عضویت یکی از گروه‌های خبری درآید و همه‌ی خبرها و اطلاعات مربوط به موضوعات جغرافیایی مورد علاقه‌ی خود را، به شکل نامه‌ی الکترونیکی به طور خودکار دریافت کند ویا می‌تواند، خبرها و پیشنهادهای خود را برای سایر اعضای گروه‌های خبری بفرستد.

## پخش افکار، عقاید و مقالات بین گروه‌های هم‌فکر و جغرافیدانان به وسیله‌ی وبلاگ

از دستاوردهای اینترنت، ایجاد گروه‌های هم‌فکر و هم‌اندیش است که در قالب مشخصی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و توانمندی‌های فکری، اجتماعی و... خود را به اشتراک می‌گذارند. این کار، محیطی صمیمی و دوستانه ایجاد می‌شود که شاید در هیچ یک از جوامع بشری دیده نشود.

یکی از راه‌های این ارتباط، وبلاگ (معادل فارسی آن تارنگاشت) است. وبلاگ ترکیبی از دو کلمه‌ی web و log به معنی ثبت روزانه‌ی وقایع در وب است. وبلاگ محیطی در اینترنت است که به جغرافیدانان اجازه می‌دهد، مقالات، افکار، عقاید و هر آنچه را که دوست دارند، دیگران بخوانند، در اینترنت منتشر کنند؛ آن هم بدون وجود محدودیت‌هایی از قبیل هزینه‌ی چاپ ونشر، و مشکلات مربوط به توزیع.

برای ایجاد یک وبلاگ‌نویسی، باید مراحل متفاوتی، از جمله عضویت در یکی از سایت‌های ارائه‌دهنده‌ی سرویس رایگان وبلاگ و تکمیل فرم‌های مخصوص به آن و... را طی کرد. معروف‌ترین سایت‌های ارائه‌دهنده‌ی سرویس رایگان وبلاگ به زبان فارسی، سایت «پرشین بلاگ» است که آدرس آن به همراه سایت‌های جغرافیایی در این نوشتار آورده شده است.

خدمتگذارهای فایل

جغرافیدانان می‌توانند، اطلاعات مورد نیاز خود را از سایت‌های ftp به دست آورند این سایت‌ها شامل فایل‌هایی هستند که می‌توانند، روی بارگیری[18] شوند. (به انتقال کامل اطلاعات به صورت فایل از اینترنت روی رایانه‌ی کاربر، بارگیری یا «دانلود» گفته می‌شود).

## استفاده از صفحات وب

متداول‌ترین شکل ارائه‌ی اطلاعات در اینترنت، صفحات وب هستند که دارای اطلاعات متنی، تصویری، تصویرهای متحرک[19]، هایپر لینک (اتصالات) و... هستند. به این صفحات توسط آدرسی می‌توان دست یافت و آدرس آن‌ها از قانون مشخصی پیروی می‌کند. به هر گروه از web pagهای وابسته به هم که همگی دارای یک آدرس اصلی دارند، یک وب سایت[20] یا پایگاه وب، و به مجموعه‌ی تمامی این پایگاه‌ها «شبکه‌ی جهانی وب»[21] گفته می‌شود یا با عبارت مخفف، «www» می‌گویند.

آدرس‌های صفحات وب معمولاً از سه قسمت یا بیش‌تر تشکیل می‌شود.

الف) www که اولین قسمت آن، و مشخص‌کننده‌ی آدرس مربوط به یک صفحه‌ی وب است و بلافاصله پس از سه حرف www، نقطه‌ای قرار می‌گیرد.

ب) پس از نقطه، نام شرکت یا شخصی که دارنده‌ی صفحه است، بیان می‌شود.

ج) سومین قسمت یک کلمه‌ی سه حرفی، نشان‌دهنده‌ی حوزه‌ی فعالیت سایت است و معمولاً از انواع زیر تشکیل می‌شود:

com: برای آدرس‌هایی استفاده می‌شود که حوزه‌ی فعالیت آن‌ها تجاری است.

net: نشان‌دهنده‌ی سایت‌هایی است که دارای شبکه‌هایی هستند و برای اطلاع‌رسانی بیش‌تر از آن‌ها استفاده می‌شود (Network).

org: برای سایت سازمان‌ها[22] مورد استفاده قرار می‌گیرد.

Gov: برای مشخص کردن سایت‌های حکومتی[23] است.

Edu: نشان‌دهنده‌ی سایت‌های علمی و آموزشی[24] است.

مثلاً سایت www. nasa. gov/ متعلق به سازمان ناسای ایالات متحده آمریکا، و یک سایت حکومتی است و در آن، تصویرهای ماهواره‌ای و اطلاعات دیگر نشان داده می‌شود.

علاقه‌مندان به علم جغرافیا و موضوعات جغرافیایی به نحو مطلوب می‌توانند، از صفحات وب موجود در اینترنت استفاده کنند. در ادامه، تعدادی از سایت‌های متداول جغرافیایی را معرفی می‌کنیم.

## گزیده‌ای از مهم‌ترین سایت‌های جغرافیایی

### ۱. سیستم اطلاعات جغرافیایی

http://www.Geocomm.com/

این پایگاه وب، فراهم‌کننده‌ی داده‌های سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی (Gis) با قابلیت‌های بارگذاری رو به پائین ابزارهای نرم‌افزاری، برنامه‌های تسهیلاتی، و محل بحث و مذاکره درباره‌ی Gis است.

### ۲. اطلاعات عمومی جغرافیایی

http://www.Traveleye.com/

ارائه‌کننده‌ی اطلاعات عمومی درباره‌ی جغرافیای سراسر جهان است.

### ۳. انجمن علمی جغرافی

http://www.Nationageogvaphic.com

پایگاه وب انجمن ملی جغرافیای جهان که در زمینه‌های: جغرافیا و نقشه‌نگاری (کارتوگرافی و اکتشاف زمین) در جهان پیشروست.

### ۴. بانک اطلاعات جغرافیایی

http://www.Silverplatter.com/eqtaloglelgo.htm

یک بانک اطلاعاتی جامع که دربردارنده‌ی مراجع کتاب‌شناسی و خلاصه‌ی مقالات فراوان درباره‌ی اطلاعات، مطالب و موضوعات گوناگون جغرافیایی است.

### ۵. پرسش و پاسخ‌های جغرافیایی

http://www.Census.gov/geo/www/fag-index.html

پرسش و پاسخ درباره‌ی سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی Gis که توسط اداره‌ی سرشماری ایالات متحده آمریکا ارائه شده است.

### ۶. سایت مرکز سنجش از دور ایران

http://www.iran-irsc.com

اطلاعاتی در زمینه علم سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای ایران

### ۷. دانشنامه‌ی کوه‌های جهان

http://www.peakware.com

اطلاعات مرجعی درباره‌ی کوه‌های جهان نظیر ارتفاع، موقعیت، اولین فتح قله، عکس‌ها، پیوندهای وب، راه‌های صعود به قله و مطالب فراوان دیگری درباره‌ی صدها کوه جهان در یک قالب قابل جست‌وجو عرضه می‌دارد.

### ۸. فرهنگ مصور اصطلاحات جغرافیایی

http://www.geology.iastde.edu/new-loggossary.html

فرهنگ تشریحی اصطلاحات جغرافیایی همراه با تصویرها و عکس‌های مرتبط با اصطلاحات است.

### ۹. فرهنگ‌نامه‌های جغرافیا

http://maps.esvi.com/seripts/esrimap.dll?name=gazhttp://

اصطلاحات جغرافیایی توضیح داده شده‌اند.

### ۱۰. مرکز منابع جغرافیا

http://colorado.edu/geography/virtdept/resourees/contents.html

دربردارنده منابع اینترنتی برای جغرافیدانان است.

### ۱۱. مقالات تحقیقی جغرافیای طبیعی

http://geography.abut.com/education/geography/library/weekly/topicsub7.htm

نمایه‌ای از مقالات تحقیقی راجع به صرفه‌جویی در روشنایی روز، چرخه‌ی آب‌شناسی (هیدرولوژی)، پدیده‌ی ال-نینو، رودخانه‌ها، دوره‌های یخبندان و بسیاری موضوعات جغرافیای طبیعی ارائه می‌کند.

### ۱۲. نام‌های مکان‌های جغرافیایی

http://www.net-link-net/vauseslk/muskrat/place-names.html

توضیحاتی درباره نام اماکن جغرافیایی جهان ارائه می‌کند.

### ۱۳. اطلس جهان

http://www.amiglobe.com

نقش‌های مفصل قاره‌ها و کشورهای دنیا را از این سایت می‌توان دریافت کرد.

### ۱۴. اطلس کامل جهان

http://www.sitesatlas.com/alas/polatlas/polatlas-htm

یک اطلس کامل جهان که ارائه‌کننده‌ی هزاران نام مکان‌های گوناگون و نقشه‌های تمام رنگی و دقیق است.

### ۱۵. اقیانوس اطلس (آتلانتیک)

http://geography.miningco.com/libvy/maps/blatlantic.html

نقشه‌های روی خطی مقیاس پائین از سراسر اقیانوس اطلس که توسط راهنمای شرکت میتینگ پشتیبانی می‌شود.

### ۱۶. راهنمای جامع نقشه‌های شهرهای دنیا

http://www.mapqest.com

از طریق این مکان می‌توانید فهرست‌های راهنما و توضیحات مربوط به میلیون‌ها شهر و شهرک سراسر دنیا را بیابید. کاربران می‌توانند، اطلاعاتی راجع به محل اقامت، رستوران‌ها، مکان‌های تجاری، نقشه‌های خیابان‌ها و... به دست آورند.

### ۱۷. نقشه‌ی زمین‌شناسی ایران (Gis)

http://www.gsi-iran.org/

سایت سازمان مسؤول مطالعات زمین‌شناختی و کشف معادن، به جز معادن نفتی در ایران است. در این مکان می‌توانید، عکس‌هایی از ایران،

آخرین اخبار، چارت سازمانی و پروژه‌ها و فعالیت‌های سازمان Gis را بیابید.

۱۸. نقشه‌های سیاسی و طبیعی

http://www.atlapedia.com

نقشه‌های سیاسی و طبیعی کاملاً رنگی به انضمام اطلاعات کلیدی و آماری درباره‌ی کشورهای گوناگون جهان ارائه می‌کند.

۱۹. موضوعات جغرافیای جمعیت

http://www.un.or

به بخش مطالعات جمعیت‌شناسی سازمان ملل در مورد جمعیت‌شناسی، بهداشت و مهاجرت تعلق دارد.

۲۰. سازمان بهداشت جهانی ملل متحد:

http://www.wheo.eh/

۲۱. موضوع جغرافیای زبان‌ها و مذاهب

http://www.tradenet.it:80/links/arsoeu/religion.html

راهنمای اینترنتی مذهب در جهان.

۲۲. مرکز فائو، مرکز اطلاعات کشاورزی جهانی سازمان کشاورزی و غذای سازمان ملل

http://fao.org

۲۳. موضوعات شهرها و شهرنشینی

http://www.citysearch.com/

مرکز تحقیقات شهری.

۲۴. مرکز تحقیقات مجله‌ی جغرافیایی Gis

http://www.geoworld.routledge.com

۲۵. مجلات خارجی مرتبط با موضوعات جغرافیایی کشور انگلستان

http://www.tandf.co.uk/journals

۲۶. موضوعات گوناگون جغرافیایی

http://www.acslink.aone.net.au/a sit

۲۷. موضوعات گوناگون هواشناسی

http://www.intellicast.com/

۲۸. مخاطرات محیطی

http://www.usgs.gor/

۲۹. تصویرهای ماهواره‌ای

http://www.nasa.gov/

۳۰. مؤسسه‌ی تحقیقاتی زیست بوم بیابان (زیست‌بان)

http://www.istt.org

۳۱. سایت سازمان زمین‌شناسی کشور کانادا

http://www.nrcan.ge.ca/gse/

۳۲. سایت دانشگاه میشیگان آمریکا

http://geo.mtu.edu/volcanoes

۳۳. سایت آتشفشان‌های جهان

http://volcano.und.edu/

این سایت بیش‌تر تصویرهای آتشفشانی را نشان می‌دهد.

۳۴. سایت شکل‌های گوناگون ژئومرفولوژی

http://www.prenhall.com/

۳۵. دپارتمان جغرافیای دانشگاه اینبورگ

http://geo.ed.ac.uk/quakes.html

این سایت نقشه‌های جدیدی در مورد زلزله نیز دارد.

۳۶. جغرافیای طبیعی در اینترنت

http://geography.abut.msubmenuz.ht

برگزیده‌ی جامعی از پیوندها با مکان‌های وب مربوط به سطح زمین، شامل مخاطرات طبیعی، و... است.

۳۷. این سایت اطلاعات ارزشمندی درباره‌ی آب و هوای جهان ارائه می‌دهد.

http://www.worldclimate.com/

۳۸. این سایت اطلاعاتی را درباره‌ی وضعیت اتمسفر، محیط و آب و هوا ارائه می‌دهد.

http://www.acc.mmu.ac.uk/kids

۳۹. سایت اقلیم‌شناسی نوآ

http://aoml.noaa.gov/

۴۰. سایت سازمان هواشناسی جمهوری اسلامی ایران

www.irimet.net

۴۱. سایت پایگاه ملی داده‌های علوم زمین

www.ngdir.ir

۴۲. سایت شبیه‌سازی اجرام سماوی

http://sci.esa.int

۴۳ . سایت شرکت اینترنتی ESRI

www.esri.com

انستیتو تحقیقات سیستم محیطی مربوط به آرک ویو ویک سایت عالی برای سیستم اطلاعات جغرافیایی

۴۴ . سایت اقلیم‌شناسی دولت انگلستان

www.met-office.gov.uk/

۴۵ . سایت اینترنتی مجله‌ی رشد آموزش جغرافیا

www.roshdmag.org

۴۶ . سایت پرشین بلاگ

www.persianblog.com

یکی از سایت‌های پرطرفدار برای ارائه‌ی مقالات، اطلاعات، افکار، عقاید و همچنین اخذ مطالب گوناگون علمی و... است.

۴۷ . سایت دانشکده‌ی جغرافیای دانشگاه تهران

www.geography.ut.ac.ir

۴۸ . سایت کمیته‌ی بین الدول تغییر اقلیم جهانی

www.ipcc.ch/

۴۹ . سایت علوم محیطی

www.esd.ornl.gov/

موضوعاتی چون آلودگی‌های جوی و گرم شدن اقلیم کره‌ی زمین و... را دربرمی‌گیرد.

۵۰ . سایت برنامه‌های هواشناسی دانشگاه‌های معتبر دنیا

http://wxp.atms.purdue.edu/

۵۱ . سایت تغییرات آب و هوای کره‌ی زمین

www.rff.org/

۵۲ . سایت اطلاعات جامع جمعیتی جهان

www.popexpo.net/eaujourdhui.htm/

زیرنویس

1. sever
2. client
3. E-Learning
4. New groups
5. E-mail
6. Web log
7. Ftp
8. web page
9. web based training
10. Virtual carom
11. cooperation Digital
12. Howard block
13. trondsen Elif
14. Elliott masie
15. weggen Cornelia
16. priest Greg
17. on-line
18. Donload
19. Animation
20. web site
21. world wide web
22. Organization
23. Government
24. Education

منابع


۱ . حاجیلاری، مسعود. ماهنامه‌ی دانش و کامپیوتر. سال پنجم، شماره‌ی ۳۳، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۳ .

۲ . داگلاس دونیگ و دیگران. فرهنگ تشریحی کامپیوتر. ترجمه‌ی رضا حسنوی. انتشارات دانشیار. ۱۳۸۰ .

۳ . اجدادی، بتول. کلید ایمیل. انتشارات توسعه‌ی آموزش با همکاری نشر و پخش سجاد. چاپ اول. ۱۳۸۳ .

۴ . بیدخت، جمشید. آموزش اینترنت. انتشارات ناقوس. ۱۳۸۲ .

۵ . اینترنت، شبکه‌ی جهانی، موتور جستجوگر «google».

6. www.persian-ventures.com

7. www.internetgeogrnhoer.co.uk hk/ (سایت اینترنتی جغرافیای کشور انگلستان)

۸ . جزوه‌ی آموزش اینترنت، اداره آموزش و پرورش شهرستان شبستر، ۱۳۸۲ .

۹ . وزارت آموزش و پرورش، کتاب درسی جغرافیای پیش دانشگاهی، ۱۳۸۳ .


منابع


۱ . صفی‌نژاد، جواد. مبانی جغرافیای انسانی. دانشگاه تهران. چاپ پنجم. ۱۳۷۳ .

۲ . قنواتی، عزت‌الله. مقدمه‌ای بر جغرافیای ریاضی. گفتمان. ۱۳۷۹ .

۳ . عدالتی، تقی و فرخی، حسن. اصول و مبانی جغرافیای ریاضی. آستان قدس رضوی. چاپ سوم. ۱۳۸۰ .

۴ . لین، ژاک و میتون، سیمون. اخترشناسی پایه. ترجمه‌ی توفیق حیدرزاده. فاطمی. چاپ اول. تهران. ۱۳۶۷ .

۵ . بیفر، آرتور. زمین. ترجمه‌ی عباس جعفری. گیتاشناسی. چاپ اول. ۱۳۶۳ .

۶ . جعفری، عباس. فرهنگ گیتاشناسی. گیتاشناسی. ۱۳۶۸ .

# تعدیل وضعیت جو و باروری ابرها

# «مفاهیم، روش‌شناسی و چالش‌ها»

عباس مفیدی
عضو هیئت علمی گروه جغرافیای دانشگاه طبرستان

چکیده

در سال‌های اخیر، ابهامات موجود در نتایج باروری ابرها، نیاز به فهم فرایندهای بنیادی مرتبط با تغییرات عمدی و غیرعمدی در اتمسفر را بیش از هر زمان دیگری لازم ساخته است. نتایج ارزیابی‌های اخیر، افزایش بارش از طریق باروری استاتیک را که معمول‌ترین و رایج‌ترین روش باروری ابرهاست، به‌طور قابل ملاحظه‌ای مورد تردید قرار داده، در حالی که از روش باروری دینامیک نیز هنوز نتایج چندانی ارائه نشده است. توان علمی بسیار پائین برای کمی کردن وردش‌پذیری بالای ابرها، به همراه رفتار غیرخطی و پیچیده‌ی آن‌ها، ارزیابی نتایج باروری ابرها را مشکل ساخته است. ارزیابی‌های علمی نشان می‌دهد، گرچه احتمال تغییرات حاصل از باروری در برخی از پروژه‌ها مشهود است، اما هنوز نشانه‌ی علمی قاطعی از اثر تعدیل عمدی وضعیت جو وجود ندارد و هنوز در مجامع علمی، باروری ابرها به‌عنوان موضوعی بحث برانگیز مورد توجه قرار می‌گیرد. از نظر روش‌شناسی، به‌کارگیری مکتب «مشاهده/ آزمایش» در چند دهه‌ی اخیر موجب شده تا برنامه‌ها عمدتاً جهت‌گیری فنی و مهندسی به خود بگیرند و پس از «عصر طلایی» باروری ابرها، کند شدن پیشرفت علمی را در این زمینه شاهد باشیم.

کلید واژه‌ها: تعدیل وضعیت جو، باروری ابرها، باروری استاتیک، باروری دینامیک، فرایند برژرون، هسته‌ی انجماد، قطره‌ی آب فوق سرد.

مقدمه

انسان از دیرباز در اندیشه‌ی مداخله در فرایندهای جوی بوده و سعی داشته است، شرایط مطلوب خویش را جایگزین وضعیت حاضر کند. استفاده از دعا، جادوگری و حتی رقص و پایکوبی، در تلاش برای تغییر وضعیت جو صورت می‌گرفته است [Tarbuck and lutggens, 1998].

در گذشته‌های دور، عجز انسان از درک و دریافت قوانین طبیعی حاکم بر پدیده‌های جوی، «آئین باران‌خواهی»[1] را به عنوان یکی از وجوه مشترک اکثر آئین‌های بشری در پی داشت [پاپلی یزدی و جلالی، ۱۳۷۸]. چنان‌که در مصر باستان، آئین باران‌خواهی کوششی بود برای آرام کردن خدایانی که آسمان‌ها را تحت کنترل خود داشتند و از این‌رو میزان محصول سالانه نیز تحت کنترل آن‌ها بود [Manuel, 1996].

در گذشته، درک ضعیف انسان از قانونمندی‌های حاکم بر پدیده‌های جوی، امکان تغییر و یا تعدیل وضعیت جوی را دور از دسترس می‌نمود، اما با پیشرفت‌های چشمگیری که در چند دهه‌ی اخیر در مطالعه‌ی علوم جوی صورت گرفت، امکان تغییر و تعدیل وضعیت جوی در مقیاس‌های کوچک ممکن شد. شواهد متعددی وجود دارد که مبنی بر این‌که فعالیت‌های انسانی می‌تواند، وضعیت جوی را بر مقیاس‌هایی که از محلی تا جهانی در نوسان هستند، تحت تأثیر قرار دهد. همین امر، بعد جدید و مهمی را در رابطه با جایگاه

تعدیل وضعیت جوی، به حوزه‌ی علوم اتمسفری اضافه کرده است.

اصطلاح «تعدیل وضعیت جو»[1] در جامعه‌ی علمی معاصر عمدتاً به تعدیل ابرها و ایجاد تغییرات در فرایند بارش اشاره دارد. تعدیل جو می‌تواند، موجب تغییرات کوتاه مدت در وضعیت هوا یا تغییرات درازمدت در اقلیم شود [Grant, 1998]. به‌طور کلی، راهبردهای تعدیل وضعیت جو را می‌توان در سه دسته‌ی اصلی جای داد:

● **دسته‌ی اول** برای ایجاد تعدیل در وضعیت جو، از انرژی استفاده می‌کنند؛ از جمله استفاده از منابع گرمایی قوی یا اختلاط مکانیکی هوا (برای مثال استفاده از هلیکوپتر)، برای از بین بردن مه در برخی از فرودگاه‌ها.

● **دسته‌ی دوم** برای ایجاد تغییراتی در سطوح خشکی و آب می‌کوشند، از طریق برهم‌کنش برهم‌کنش طبیعی، این سطح را با اتمسفر تحتانی دچار تغییر و دگرگونی کنند. مثالی برای این دسته فعالیت‌ها، ایجاد پوشش روی یک منطقه از خشکی با یک ماده‌ی سیاه رنگ است. انرژی خورشیدی اضافی که توسط این سطح سیاه جذب می‌شود، موجب افزایش دما و در نتیجه حرکات عمودی شدیدتر و صعود قوی‌تر می‌شود که در نهایت به تشکیل و گسترش ابرها کمک خواهد کرد.

● **دسته‌ی سوم** شامل فعالیت‌هایی است که سعی در تحریک، تقویت و یا کنترل فرایندهای جوی دارند. باروری ابرها[2] با موادی چون یخ خشک برای ایجاد، تقویت و تحریک بارش، نمونه‌ی اصلی این نوع فعالیت‌ها به شمار می‌آید. از آن‌جا که باروری ابرها در برخی مواقع نتایج قابل قبولی را نشان می‌دهد و تکنیک گرانی محسوب نمی‌شود، در کانون اصلی توجه فناوری مدرن تعدیل وضعیت جو قرار گرفته است [Tarbuck and Lutgens, 1998].

در چند سال اخیر، به‌خصوص با وقوع خشکسالی‌های فراگیر و شدید در ایران، در برخی از نقاط کشور پروژه‌ها و طرح‌هایی به منظور بارورسازی ابرها به اجرا درآمدند. نمونه‌ی چنین طرحی در تابستان ۱۳۷۸ در استان‌های حاشیه‌ای دریای خزر (استان گیلان) به اجرا درآمد. اجرای این پروژه‌ها و فقدان گزارشی علمی و رسمی از میزان تأثیر و موقعیت طرح باروری ابرها، موجب انتشار اخباری در جراید کشور شد و سؤالاتی را برای مردم در پی داشت (روزنامه‌ی همشهری، ۱۳۷۸). اجرای این پروژه‌ها به همراه ابهامات موجود در نتایج آن‌ها موجب شده است که در حال حاضر، بیش از هر زمان دیگری نیاز به فهم فرایندهای بنیادی مرتبط با تغییرات عمدی و غیرعمدی در اتمسفر، به‌خصوص فرایند باروری ابرها وجود داشته باشد.

هدف مقاله‌ی حاضر، تبیین مفاهیم پایه در رابطه با فرایند بارش و نحوه‌ی تعدیل وضعیت جو و تحلیل و ارزیابی فرایند باروری ابرها است. به این منظور، ابتدا برخی از اصطلاحات و مفاهیم پایه در ارتباط با فرایند بارش توضیح داده می‌شوند. سپس سازوکار حاکم بر باروری ابرها را شرح می‌دهیم و جنبه‌های باروری ابر و تعدیل وضعیت جو را مورد نقطه نظر روش‌شناسی بررسی می‌کنیم. در نهایت نیز، به سؤال اصلی مقاله پاسخ می‌گوییم.

## فرایند بارش (مفاهیم پایه)

**تراکم و تشکیل ابر:** فرایند تراکم زمانی به‌وقوع می‌پیوندند که بخار آب در جو از حالت گاز به مایع یا جامد تغییر یابد. نتیجه‌ی این فرایند، تشکیل مه، شبنم، برفک[3] و یا ابر است [Legates, 1996]. اگر چه هر نوع تراکمی ویژگی خاص خود را دارد، اما تمامی آن‌ها دارای دو خصوصیت مشترک هستند:

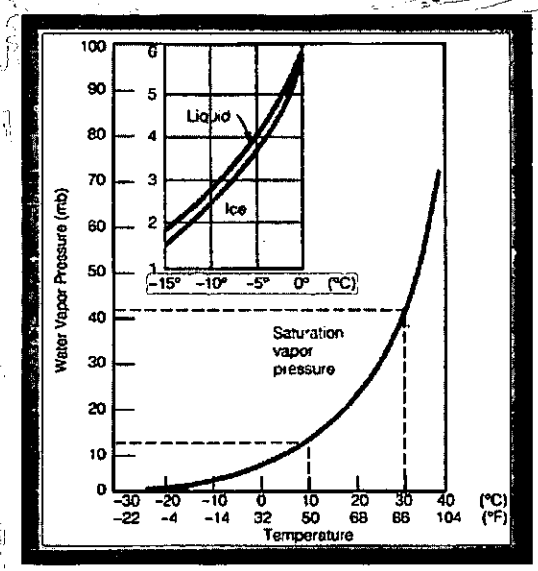
● برای وقوع هر نوع تراکمی، هوا باید اشباع شده باشد. اشباع هوا نیز به دو صورت میسر است: حالت اول وقتی است که هوا تا نقطه‌ی شبنم سرد شده باشد، حالت دوم زمانی است که بخار آب به هوا اضافه شود [Tarbuck and Lutgens, 1998].

● وجود یک سطح برای تراکم بخار آب لازم است. در جو ذرات ریزی موسوم به «هسته‌ی تراکم»[5] به عنوان سطح تراکم عمل می‌کنند. در صورت نبود هسته‌های تراکم در جو، رطوبت نسبی به مراتب بالاتر از ۱۰۰ درصد برای تولید ابر ضروری خواهد بود. هسته‌های تراکم شامل گرد و غبار، دود و ذرات نمک هستند. لازم به ذکر است، در نتیجه‌ی وجود هسته‌های تراکم، رطوبت نسبی در تروپوسفر به‌ندرت از ۱۰۰ درصد تجاوز می‌کند [Legates, 1996].

**تکوین بارش:** همان‌طور که توضیح داده شد، هوا در نتیجه‌ی اضافه شدن رطوبت و یا صعود و سرد شدن آن، به نقطه‌ی شبنم خود می‌رسد و به واسطه‌ی وجود هسته‌های تراکم، به حالت مایع درمی‌آید و ابر تشکیل می‌دهد. از طرف دیگر، ابرها از قطرات فوق‌العاده ریزی موسوم به «قطره‌های ابر»[6] تشکیل می‌شوند که به‌خاطر اندازه‌ی کوچکشان، نرخ نزول این قطرات به‌طور غیرقابل باوری کند است. برای مثال، یک قطره از ابر از ابری که پایه‌ی آن در ۱ هزار متری از سطح زمین قرار دارد، [illegible] ساعت به سطح زمین خواهد رسید (البته در عمل، قطرات [illegible] مسافت چند متر عبور در داخل هوای غیراشباع بخار می‌پیوندد و قبل به سطح زمین نخواهد رسید). لازم به ذکر است، برای این که قطره‌های ابر بتوانند به سطح زمین برسند باید به اندازه‌ی کافی بزرگ شوند.[7] بدین ترتیب، تنها قطره‌ی باران که به‌طور متوسط از ترکیب یک میلیون قطره ابر به وجود آمده است، امکان رسیدن به سطح زمین را پیدا خواهد کرد [Tarbuck and Lutgens, 1998]. بنابراین، وقوع بارش نتیجه‌ی به هم پیوستن و یکدیگر را جذب کردن حداقل یک میلیون قطره ابر و تشکیل قطره‌های بزرگ است. سؤال مهمی که در مورد فرایند بارش در این‌جا مطرح می‌شود این است که چگونه یک میلیون قطره ابر با هم ترکیب می‌شوند تا یک قطره‌ی باران با یک دامنه‌ی بزرگ در عرض ۱۰ تا ۲۰ دقیقه تشکیل دهند؟ برای توضیح این فرایند،

تئوری‌های متعددی پیشنهاد شده‌اند که در ادامه آن‌ها را به اختصار می‌آوریم. اما قبل از بیان تئوری‌ها، درک مفهوم «فشار بخار آب» لازم است.

**مفهوم فشار بخار آب:** در هر دمای معین، حدی برای پذیرش بخار آب وجود دارد و متعاقب آن، با توجه به دما، یک حد نهایی برای فشار بخار وجود خواهد داشت. این ویژگی با عنوان «فشار بخار اشباع»[8] در نقطه‌ی جوش به ۱۰۱۳ میلی‌بار می‌رسد. شکل ۱ نشان می‌دهد، در حالی که فشار بخار اشباع در دماهای بالای صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، تنها از یک وضعیت یا یک منحنی تبعیت می‌کند، اما در دماهای زیر صفر، درجه‌ی فشار بخار اشباع بر بالای یک سطح یخی (کریستال‌های یخی) کم‌تر از میزان آن بر بالای سطح قطره‌های «آب فوق سرد» است (نمودار بالا در شکل ۱). روی کره‌ی زمین فشار بخار با توجه به عرض جغرافیایی و فصل سال، از حدود ۲/۰ میلی‌بار روی سیبری شمالی در ماه ژانویه، به بالغ بر ۳۰ میلی‌بار در مناطق استوایی در ماه ژوئیه پیدا می‌کند [Banry and chorley, 2003].




شکل ۱. در این شکل، فشار بخار اشباع به عنوان تابعی از دما نشان داده شده است. در نمودار پائین شکل، فشار بخار اشباع در دمای بالاتر از صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، تنها از یک منحنی تبعیت می‌کند و با افزایش دما افزایش می‌یابد. در حالی که در دماهای پائین‌تر از صفر درجه‌ی سانتی‌گراد، همان‌طوری که نمودار بالای شکل نشان می‌دهد، منحنی مربوط به کریستال‌های یخ، فشار بخار کم‌تری را در مقایسه با منحنی مربوط به قطره‌های آب فوق سرد نشان خواهد داد. با توجه به نمودار بالای شکل، با کاهش بیش‌تر دما، اختلاف فشار بخار بین کریستال‌های یخ و قطره‌های فوق سرد افزایش می‌یابد [www.geog.ucsb.edu].

## تئوری‌های بارش

**فرایند برژرون-فایندیسن**[9]: این تئوری که پذیرش عام پیدا کرده، بر این حقیقت استوار است که فشار بخار اتمسفری در دماهای زیر صفر درجه، روی سطح یخی به طور سریع‌تری کاهش می‌یابد تا روی آب (شکل ۱). این ویژگی موجب می‌شود، فشار بخار اشباع روی آب فوق سرد، به خصوص در دماهای ۵۰°C- تا ۲۵۰°C- بیش‌تر از سطح کریستال‌های یخ باشد [Barry and chorley, 2003].

**فرایند برژرون بر دو ویژگی جالب آب تکیه دارد:**

نخست این‌که قطره‌های ابر بر خلاف تصور عموم، در صفر درجه‌ی سانتی‌گراد یخ نمی‌زنند. در حقیقت، آب خالص موجود در جو، تا رسیدن به دمای حدود ۴۰°C - منجمد نمی‌شود. آبی که در جو در دمای زیر صفر درجه به حالت مایع وجود دارد، به «آب فوق سرد» یا «قطره‌ی فوق سرد»[10] معروف است. آب فوق سرد اگر به اندازه‌ی کافی دچار تلاطم شود، به سرعت منجمد می‌شود. همین امر توضیح دهنده‌ی علت جمع شدن یخ روی بدنه‌ی هواپیما هنگام عبور از یک ابر مایع متشکل از قطره‌های فوق سرد است. مضاف بر این، قطره‌های فوق سرد، در تماس با ذرات جامدی که همچون یخ، شکل کریستالی دارند نیز به صورت منجمد درمی‌آیند. این مواد تحت عنوان «هسته‌ی انجماد»[11] خوانده می‌شوند. در واقع، نیاز به هسته‌ی انجماد برای آغاز فرایند انجماد، شبیه نیاز به هسته‌ی تراکم در فرایند تراکم است. البته برخلاف هسته‌های تراکم، هسته‌های انجماد در اتمسفر به صورت پراکنده وجود دارند و معمولاً تا دمای به زیر ۱۰°C- نرسد، فعال نمی‌شوند. بنابراین در دماهای بین صفر و ۱۰°C- ابرها عمدتاً از قطره‌های آب فوق سرد تشکیل می‌شوند، بین ۱۰°C- تا ۲۰°C- قطره‌های مایع با کریستال‌های یخ هم‌زیستی دارند و در دماهای پائین‌تر از ۲۰°C-، ابرها معمولاً به طور کامل از کریستال‌های یخ تشکیل می‌شوند. برای مثال، ابرهای سیروس در ارتفاع زیاد از این نوع هستند [Tarbuck and Lutgens, 1998].

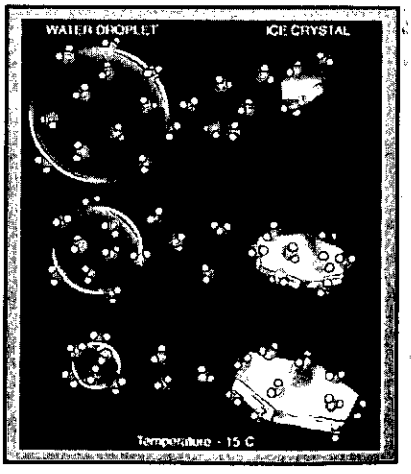
● اما دومین ویژگی مهم آب، همان‌طوری که قبلاً ذکر شد، به تفاوت فشار بخار اشباع روی کریستال‌های یخ و قطرات مایع فوق سرد در ابرها برمی‌گردد. در واقع، بخار اشباع روی کریستال‌های یخ، به مراتب پائین‌تر از قطره‌های مایع فوق سرد است. این ویژگی به‌خاطر جامد بودن کریستال‌های یخ به وقوع می‌پیوندد، چرا که مولکول‌های آب در کریستال‌های جامد، در مقایسه با مولکول‌های تشکیل دهنده‌ی قطره‌های آب فوق سرد، به طور محکم‌تری همدیگر را نگه می‌دارند. نتیجه این که برای مولکول‌های آب، فرار از قطرات مایع فوق سرد، آسان‌تر خواهد بود. این حقیقت، بیان‌کننده‌ی فشار بخار آب اشباع بالاتر روی قطرات مایع فوق سدر در مقایسه با کریستال‌های یخ است (نمودار بالا در شکل ۱). بدین ترتیب، هنگامی که هوا با در نظر گرفتن قطرات مایع در وضعیت اشباع قرار گرفته باشد، برای کریستال‌های یخ (یا یدور نقره) در وضعیت فوق اشباع خواهد بود. برای مثال، جدول ۱ نشان می‌دهد که در دمای ۱۰°C-، وقتی رطوبت نسبی با در نظر گرفتن آب فوق سرد ۱۰۰ درصد است، رطوبت نسبی با در نظر گرفتن کریستال‌های یخ حدود ۱۱۰ درصد

خواهد بود [Legates,1996; and Ahrens, 1998].

حال با توجه به این مطالب، امکان توضیح نحوه‌ی وقوع بارش بر اساس فرایند برژرون میسر می‌شود. ابری را تصور کنید که دارای دمای $-10^{\circ}C$ باشد؛ به طوری که هر کریستال یخ با هزاران قطره آب فوق سرد محصور شده باشد (شکل ۲). هوا در ابتدا با در نظر گرفتن آب مایع وضعیت اشباع (۱۰۰ درصد) داشته است، اما با در نظر گرفتن کریستال‌های یخی که جدیداً تشکیل شده‌اند، وضعیت فوق اشباع (بالاتر از ۱۰۰ درصد) پیدا خواهد کرد. نتیجه‌ی وقوع شرایط فوق اشباع آن است که کریستال‌های یخ، مولکول‌های آب بیش‌تری را جذب خواهند کرد (البته در مقایسه با مولکول‌هایی که از طریق تصعید از دست خواهند داد) و تفاوت فشار بخار موجب می‌شود، مولکول‌های بخار آب از روی قطره‌ی ابر به سمت کریستال یخ حرکت کنند و روی سطح آن منجمد شوند. ادامه‌ی این فرایند موجب رشد کریستال‌های یخ از طریق تبخیر آب از قطره‌های فوق سرد در داخل ابرهای سرد می‌شود. در واقع، اختلاف فشار بخار اشباع بین قطره‌های فوق سرد (فشار بخار بیش‌تر) و کریستال‌های یخ (فشار بخار کم‌تر) منبع بخار آب مناسبی برای رشد کریستال‌های یخ فراهم می‌آورد (شکل ۲).

جدول ۱. تفاوت رطوبت نسبی روی کریستال‌های یخی در مقایسه با آب فوق سرد در دماهای زیر صفر درجه‌ی سانتی گراد [Tarbuck and Latgens, 1998].

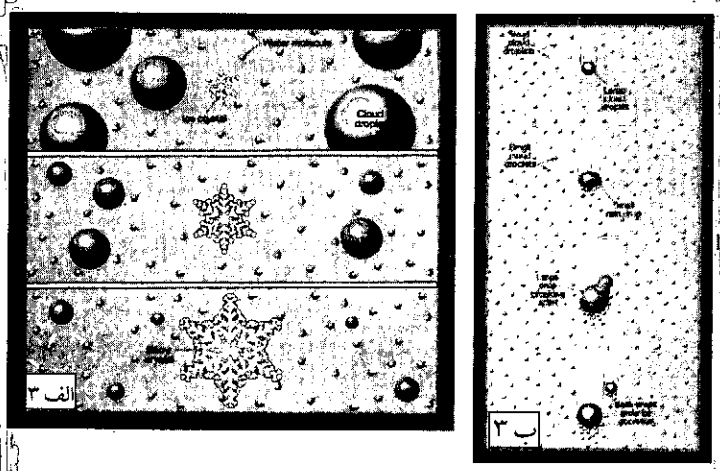
| دما (درجه‌ی سانتی گراد) | رطوبت نسبی با در نظر گرفتن: | |
|---|---|---|
| | یخ | آب |
| ۰ | ٪۱۰۰ | ٪۱۰۰ |
| -۵ | ٪۱۰۵ | ٪۱۰۰ |
| -۱۰ | ٪۱۱۰ | ٪۱۰۰ |
| -۱۵ | ٪۱۱۵ | ٪۱۰۰ |
| -۲۰ | ٪۱۲۱ | ٪۱۰۰ |




شکل ۲. اختلاف فشار بخار آب بین کریستال‌های یخ و قطره‌ی فوق سرد به تدریج موجب رشد کریستال یخی می‌شود [Ahrens, 1998].

با ادامه‌ی رشد کریستال‌های یخ، سطح فوق اشباع در ابر گسترش می‌یابد و کریستال‌های یخ (برف) به سرعت بزرگ و سنگین می‌شوند و به سمت پائین حرکت می‌کنند (شکل ۳ـ الف). طی نزول، به‌واسطه برخورد و به‌دنبال آن یخ زدن قطره‌های ابر، این کریستال‌های برف بزرگ‌تر می‌شوند. حرکت هوا در داخل ابر موجب شکسته شدن این کریستال‌های جامد می‌شود و تکه‌های جدید به‌عنوان هسته‌ی انجماد، برای سایر قطرات مایع فوق سرد ایفای نقش می‌کنند. به‌دنبال این فرایند، واکنشی زنجیره‌ای توسعه می‌یابد و کریستال‌های برف زیادی تولید می‌شوند که در نهایت به پیدایش «برف دانه‌ها»[12] می‌انجامند. ممکن است برف دانه‌های بزرگ شامل ۱۰ تا ۳۰ کریستال $4^{\circ}C$ باشد، برف دانه‌ها معمولاً قبل از این‌که به سطح زمین برسند، ذوب می‌شوند و به صورت باران می‌بارند؛ حتی ممکن است یک باران تابستانی کمی بالاتر و در داخل ابر به‌صورت یک توفان برف آغاز شده باشد [Tarbuck and Lutgens, 1998].

**فرایند برخورد و درهم‌آمیزی**[13]: تا چند دهه پیش، هواشناسان معتقد بودند که علت اصلی تشکیل اغلب بارش‌ها، به استثنای بارش‌های خیلی خفیف (موسوم به ریزه‌باران[14]) فرایند برژرون است. یافته‌های بعدی دلالت بر وجود بارش‌های فراوانی داشت که با ابرهای دارای دمایی بالاتر از سطح انجماد، ارتباط پیدا می‌کرد و به‌خصوص قسمت اعظم ابرهای منطقه‌ی حاره جزو این دسته ابرها محسوب می‌شدند (این ابرها به «ابرهای گرم» معروف هستند). بنابراین، باید به‌طور مشخص سازوکار دومی برای ایجاد بارش وجود داشته باشد. پژوهشگران در نهایت فرایند جدیدی موسوم به فرایند «برخورد و درهم‌آمیزی» را کشف کردند.




شکل ۳. در شکل الف، فرایند برژرون به نمایش درآمده است. این فرایند در ابرهای سرد و در نتیجه‌ی هم‌زیستی قطره‌های آب فوق سرد با کریستال‌های یخ به وقوع می‌پیوندد. شکل ب فرایند برخورد و درهم‌آمیزی را در ابرهای گرم نشان می‌دهد [Tarbuck and Lutgens, 1998].

تحقیقات نشان می‌دهد، ابرهایی که به‌طور کامل از قطره‌های مایع تشکیل شده‌اند، برای وقوع بارش باید حاوی قطره‌های بزرگ‌تر از ۲۰ میکرون باشند. این قطره‌های بزرگ زمانی تشکیل می‌شوند که هسته‌های تراکم بزرگ و یا ذرات آب دوست همچون نمک دریا،

داخل این ابرها وجود داشته باشند. لازم به یادآوری است که ذرات آب دوست امکان برداشت بخار آب را از هوا در رطوبت نسبی کم‌تر از ۱۰۰ درصد خواهند داشت. از طرف دیگر، نرخ نزول یک قطره ابر، به اندازه‌ی بستگی دارد. به همین علت، هر چه قطره بزرگ‌تر باشد، سرعت نزول آن بیش‌تر خواهد بود (جدول ۲).

قطره‌های بزرگ‌تر، همان‌طور که در داخل ابرهای گرم به سمت پائین نزول پیدا می‌کنند، با قطره‌های کندتر و کوچک‌تر برخورد می‌کنند و درهم می‌آمیزند[15]. افزایش مجدد اندازه‌ی قطره موجب افزایش سرعت آن می‌شود که در نتیجه‌ی آن، امکان برخورد با قطره‌های ابر بیش‌تر و نرخ رشد سریع‌تر فراهم خواهد آمد. شکل ۳ ـ ب به خوبی این فرایند را به نمایش می‌گذارد. بعد از برخورد و درهم‌آمیزی حدود یک میلیون قطره ابر، قطره‌ی حاصله به اندازه‌ی کافی بزرگ می‌شود و به صورت قطره‌ی باران به سطح زمین می‌بارد.

جدول ۲. ارتباط بین اندازه‌ی قطره‌ی آب و سرعت نزول آن [Tarbuck and Lutgens, 1998].

| نوع قطره‌ی آب | قطره قطره (mm) | سرعت نزول (km/h) |
|---|---|---|
| قطره‌های آب کوچک | ۰٫۰۱ | ۰٫۰۱ |
| قطره‌های ابر متوسط | ۰٫۰۲ | ۰٫۰۴ |
| قطره‌های ابر بزرگ | ۰٫۰۵ | ۰٫۳ |
| قطره‌های کوچک باران | ۰٫۵ | ۷ |
| قطره‌های متوسط باران | ۲ | ۲۳ |
| قطره‌های بزرگ باران | ۵ | ۳۳ |

در مکانیسم فوق، برای تبدیل یک قطره ابر به یک قطره باران، تعداد برخوردها بسیار زیاد است. به همین خاطر، قطرات کوچک در ابرهایی که گسترش عمودی زیاد و رطوبت فراوانی دارند، شانس بیش‌تری برای رسیدن به اندازه‌ی مورد نیاز خواهند داشت. البته حرکت رو به سمت بالا به انجام این فرایند کمک می‌کند؛ چرا که این نوع حرکات به قطرات اجازه می‌دهند، به‌طور مکرر در داخل ابر جابه‌جا شده و با قطرات بیش‌تری برخورد کنند.

در فرایند برخورد و درهم‌آمیزی، قطره قطره‌های باران در نهایت به حداکثر ۵ میلی‌متر و سرعت نزول به حداکثر ۳۳ کیلومتر در ساعت می‌رسد (جدول ۲). در این اندازه و سرعت، کشش اصطکاکی هوا بر کشش سطحی قطره‌ی باران که قطره را منسجم نگه می‌دارد، تفوق پیدا می‌کند. بدین ترتیب، قطره‌های باران بزرگ‌تر از ۵ میلی‌متر، به‌واسطه‌ی کشش اصطکاکی هوا گسیخته و به تعداد زیادی قطرات کوچک تبدیل می‌شوند که هر یک به نوبه‌ی خود، مجدداً وظیفه‌ی جارو کردن تعداد زیادی قطره‌های ابر را برعهده دارند.

از این بحث می‌توان چنین نتیجه گرفت که برای وقوع بارش قابل ملاحظه در ابرهای گرم، همچنین برای باروری این ابرها، هسته‌های تراکم بزرگ مورد نیازند. به همین علت، نمک معمولی از جمله موادی است که برای باروری این نوع ابرها استفاده می‌شود. در اقیانوس‌ها، آبی که توسط باد به داخل ابرها پاشیده می‌شود، می‌تواند به عنوان هسته‌های تراکم بزرگ، برای شروع فرایند برخورد و درهم‌آمیزی وارد عمل شود [Ahrens, 1998].

علاوه بر تئوری‌های فوق، تئوری دیگری بر تفاوت بار الکتریکی در ابرها اشاره دارد. این تئوری که عمدتاً به‌عنوان فرایندی مکمل مدنظر قرار می‌گیرد، پیشنهاد می‌کند که درهم‌آمیزی قطره‌های دارای بارهای الکتریکی متفاوت به‌واسطه‌ی جذب الکتریکی امکانپذیر خواهد بود. البته ثابت شده است که فاصله‌ی بین قطره‌ها خیلی زیاد است و درعین حال تفاوت بین بارهای الکتریکی برای وقوع چنین فرایندی کوچک است [Barry and Chorley, 2003].

مطالعات موجود نشان می‌دهد که معمولاً بارش در ابرهای نیمبواستراتوس لایه‌ای، به‌واسطه‌ی برژرون آغاز می‌شود، چرا که این ابرها در یک جو پایدار (یعنی جائی که همرفت به حداقل میزان خود می‌رسد و فرایند برخورد و درهم‌آمیزی بی‌تأثیر است) تشکیل می‌شوند. در حالی که در ابرهای کومولونیمبوسی که به‌طور عمودی گسترش قابل ملاحظه‌ای پیدا کرده و در پی همرفت شدیدی به‌وجود آمده‌اند، بارش ممکن است حاصل عملکرد تمامی فرایندهای فوق باشد [Tarbuck and Lutgens, 1998]

## باروری ابرها

### تاریخچه

نخستین اقدام علمی برای باروری ابرها، در سال ۱۹۴۶ توسط وینسنت شیفر[16] صورت گرفت. شیفر کشف کرد، هنگامی که یخ خشک (دی اکسیدکربن یخ زده) به داخل ابر فوق سردی ریخته شود، رشد کریستال‌های یخ را تحریک خواهد کرد. شایان ذکر است، زمانی که کریستال‌های یخ در یک ابر فوق سرد تشکیل می‌شوند، در نتیجه‌ی جذب قطره‌های مایع فوق سرد رشد می‌کنند و بزرگ‌تر می‌شوند و در نهایت به اندازه‌ای می‌رسند که بارش آن‌ها امکانپذیر می‌شود [Tarbuck and Lutgens, 1998]

در سال ۱۹۴۷، همکار شیفر، **برناردونگوت**[17] برای اولین بار نشان داد که می‌توان از یدور نقره (AGI) برای باروری ابرها استفاده کرد [Ahrens, 1998]. در واقع، شباهت موجود در ساختا کریستال‌های یدور نقره و کریستال‌های یخ، توانایی لازم برای آغاز رشد کریستال‌های یخ توسط یدور نقره را فراهم می‌آورد. بنابراین، برخلاف یخ خشک که به صورت خیلی ساده موجب کاهش دمای ابر می‌شود) کریستال‌های یدورنقره به‌عنوان «هسته‌ی انجماد» عمل کنند.

طی دهه‌های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰، تحقیقات و آزمایشات متعددی برای تعیین صحت و سقم و ارزیابی فرایند باروری ابرها صورت گرفت؛ به‌طوری که پروژه‌های متعددی در کشورهای آمریکا، کانادا، استرالیا، سوئیس، آرژانتین، ایتالیا، فلسطین اشغالی و اتحاد جماهیر

شوروی سابق اجرا شدند [Thompson, 1998]. از جمله، در اوایل دهه‌ی ۱۹۶۰، دانشمندان روسی از راکت و توپ جنگی برای حمل هسته‌های انجماد به داخل ابرها استفاده کردند و مدعی شدند که در آزمایشات خود موفقیت‌های قابل توجهی به‌دست آورده‌اند.

در همین زمان‌ها، «سازمان هواشناسی آمریکا»، با همکاری نیروی دریایی این کشور، پروژه‌ای را برای کاهش سرعت باد و شدت سیکلون‌های حاره‌ای (هاریکن‌ها) آغاز کرد. این پروژه یک دهه به طول انجامید و آزمایشات روی تعدادی سیکلون حاره‌ای صورت گرفت. بهترین نتایج به‌دست آمده از این پروژه، مربوط به باروری هاریکن «دبی»[۱۸] بود که در سال ۱۹۶۹ انجام شد. بر اساس گزارشات موجود، فرایند باروری موجب کاهش حدود ۳۰ درصدی سرعت باد در این هاریکن شد [Robinson and Henderson Sellers, 1999]. آزمایشات متعددی نیز برای کاهش مه و افزایش دید در فرودگاه‌ها و بندرها، همچنین جلوگیری از وقوع تگرگ در مناطق سردسیر از طریق باروری ابرها صورت گرفت. در برخی از کشورها، پژوهشگران به نتایج برنامه‌های خود بسیار امیدوارند؛ چنانچه محققان در فلسطین اشغالی مدعی هستند، در سال‌های آینده با استفاده از فرایند باروری ابرها، مقادیر بارش سالانه را در برخی نقاط کشور به دو برابر افزایش خواهند داد [Thompson, 1998]. تاریخچه‌ی باروری ابرها در ایران به سال ۱۳۵۳ برمی‌گردد؛ یعنی زمانی که وزارت نیرو به منظور افزایش ذخایر آبی سدهای کرج و جاجرود، با استفاده از امکانات فنی یک شرکت کانادایی، اقدام به نصب ۳۰ دستگاه ژنراتور زمینی تصعیدکننده‌ی یدور نقره در حوضه‌های آبریز رودخانه‌های مذکور کرد. این عملیات که توسط یک فروند هواپیمای ویژه پشتیبانی می‌شد، تا سال ۱۳۵۷ ادامه یافت. بر اساس گزارش‌های موجود، افزایش بارش حاصل از انجام عملیات، حدود ۱۳ درصد برآورد شد [سرداری، ۱۳۷۴].

در سال ۱۳۶۷، با توجه به خشکسالی‌های شدید و محدودیت منابع آب در مناطق مرکزی ایران، «سازمان پژوهش‌های علمی - صنعتی»، مجدداً طرح باوری ابرها را مطرح کرد که مورد توجه استانداری یزد قرار گرفت. و به‌دنبال آن، امکانات موجود در پروژه‌های کرج و جاجرود توسط شرکت آب منطقه‌ای یزد به منطقه‌ی شیرکوه یزد منتقل شد، اما به علت محدودیت مالی، این طرح تا سال ۱۳۷۳ به صورت نیمه فعال باقی ماند [رضائی، ۱۳۷۷؛ و امیدوار، ۱۳۸۰]. در نهایت خشکسالی شدید سال ۱۳۷۵ موجب شد، این طرح نیرو «مرکز ملی تحقیقات و مطالعات باروری ابرها» در یزد تأسیس کند. پس از آن و به دنبال برخی موفقیت‌ها در اجرای طرح باروری ابرها در شیرکوه یزد، در اوایل تابستان ۱۳۷۸، باروری ابرها در استان گیلان برای افزایش بارش به اجرا درآمد که تاکنون گزارشی رسمی از میزان تأثیر و موفقیت طرح منتشر نشده است.

## مکانیسم حاکم بر باروری ابرها

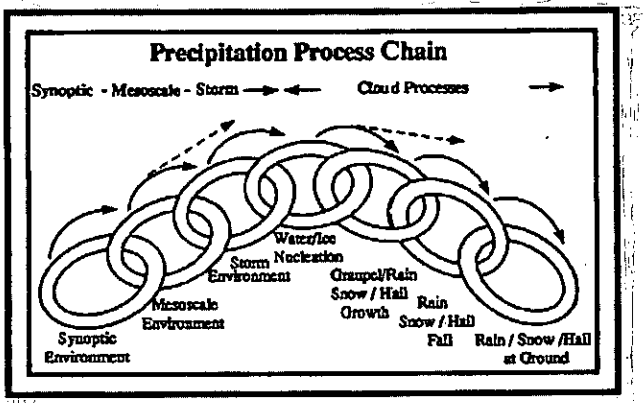
باروری ابر شامل وارد کردن عوامل باروری به داخل هوای فوق اشباع، برای تشکیل و رشد قطرات ابر یا کریستال‌های یخ، با هدف نهایی افزایش بارش، از بین بردن مه یا متوقف کردن بارش تگرگ است [Schaefer and Ghan, 1996; NAS, 2003]. عوامل اصلی که در عملیات باروری ابرها نقش دارند، عبارتند از: انتخاب توده‌های ابری که مقادیر بارش کافی ندارند. تولید ماده‌ی باروری و انتقال و پخش ماده‌ی باروری به داخل ستون ابر. در این بین، پیش‌بینی تمهیداتی چون: نوع ابر، دمای ابر، محتوای رطوبتی جریان هوا و مکانیسم‌های انتقال و نحوه‌ی توزیع اندازه‌ی قطره، تعیین کننده‌ی اصلی نوع باروری خواهند بود [Ahrens, 1998] به‌طور کلی، روش‌هایی که در رابطه با تعدیل وضعیت جو و باروری ابرها وجود دارند، عبارتنداز: ۱. باروری دینامیک؛ ۲. باروری توسط ذرات آبدوست؛ ۳. باروری استاتیک.

پایه‌ی علمی باروری ابر برای بارش بر این فرض استوار است که یا امکان افزایش بارش با توجه به توانایی طبیعی در ابر وجود دارد (باروری استاتیک)، و یا فرایندهایی که موجب گسترش ابر می‌شوند، ابرهای بزرگ‌تر و پرباران‌تری را به‌دنبال خواهد داشت (باروری دینامیک). امکان افزایش بارش ابرهای موجود، این نکته را یادآور می‌شود که حداقل برخی از ابرها توان لازم را برای تبدیل آب موجود در ابر به بارش ندارند و فرایندهای مصنوعی می‌توانند این امکان را فراهم سازند [ASCE, 1995].

● **باروری دینامیک**: همان‌طور که ذکر شد، هدف نهایی از این نوع باروری، ایجاد و به‌خصوص گسترش ابرهاست. روش‌هایی وجود دارند که ضمن ایجاد تغییراتی در سطح زمین و یا میزان رطوبت آن، می‌توانند در ایجاد و گسترش ابرها نقش داشته باشند. در این بین می‌توان به یک سلسله فعالیت‌های انسان ساخت، همچون: تغییرات آلبدوی سطح زمین، جزایر حرارتی شهری و تغییر در رطوبت لایه‌ی مرزی از طریق پروژه‌های آبیاری بزرگ، اشاره کرد. اما منظور از مفهوم باروری دینامیک به‌طور خاص، عبارت است از بارور کردن ابرهای فوق سرد با مقادیر قابل ملاحظه‌ای هسته‌ی یخ (خشک)، به منظور یخ زدن سریع ابر [Ryan and King, 1997; Bruintjes, 1999]. در نتیجه‌ی این نوع باروری، آب مایع فوق سرد به ذرات یخ تبدیل، و با آزاد شدن گرمای نهان تبخیر در داخل ابر، موجب افزایش شناوری و در نهایت تقویت حرکت رو به بالا در ابر می‌شود. در شرایط مناسب، این فرایند موجب رشد و گسترش می‌شود که ابرهای بلندتر با حرکت صعودی شدیدتر و همراه با بارش بیش‌تر را به‌دنبال خواهد داشت [Ryan and King, 1997; Bruintjes, 1999; NAS, 2003; Orville, 2003].

باروری دینامیکی ابرها از مدل مفهومی بسیار پیچیده‌ای تبعیت می‌کند که به‌واسطه‌ی وجود زنجیره‌ی گسترده‌ای از رخدادها،

امکان سنجش و ارزیابی این فرایند را بسیار مشکل می سازد (شکل ۴). به همین علت، اگر تنها یک مرحله از عملیات باروری هم صحیح نباشد، پی گیری اثرات باروری بسیار مشکل خواهد بود؛ به خصوص در ابرهای همرفتی که ماهیتاً وردش پذیری طبیعی زیادی را از خود نشان می دهند [Buruintjes, 1999]. هنوز میزان تأثیر باروری دینامیکی بر بارش های یک منطقه گزارش نشده است و این روش، هنوز فناوری اثبات نشده ای برای افزایش بارش و منابع آبی محسوب می شود [سازمان هواشناسی کشور، ۱۳۸۱؛ NAS, 2003].




شکل ۴. «زنجیره ی فرایند بارش»، توالی رخدادهایی را که در نهایت به وقوع بارش در سطح زمین منجر می شود، به نمایش گذاشته است. فرایندهای داخل هر «حلقه»، اغلب در مقیاس های زمانی و مکانی متفاوتی به وقوع می پیوندند [Bruintjes, ۱۹۹۹].

● **باروری توسط ذرات آب دوست**: این روش برای باروری ابرهای کومولوس با پایه ی ابر گرم استفاده می شود و پیش فرض آن بیانگر این موضوع است که روی هسته های بزرگ تراکم، در نتیجه ی حرکت رو به بالای درون ابرهای کومولوس، قطره های بزرگی به وجود می آیند که حاصل فرایند برخورد و درهم آمیزی هستند. ماده ی اصلی این نوع باروری، عمدتاً نمک است [Ryan and King, 1997]. در واقع با پاشیدن نمک با اندازه ی مناسب به داخل ابر (به عنوان هسته ی تراکم) موجب تقویت و تسریع فرایند درهم آمیزی در ابرهای گرم می شوند [Orville, 2003; NAS, 2003]. نتایج تحقیقات انجام شده نشان می دهد که باروری با ذرات آب دوست کارایی کم تری در مقایسه با سایر روش های باروری دارد [NAs, 2003].

● **باروری استاتیک**: مهم ترین و معمول ترین روش برای باروری ابرها در سطح جهانی، روش باروری استاتیک است [Ryan and King, 1997] و به همین علت، در این مقاله مورد توجه خاص قرار خواهد گرفت. توجه به این نکته مهم خواهد بود که باروری ابر از نوع استاتیک، موجب تحریک فرایند بارش خواهد شد. بنابراین برای این کار شرایط جوی خاصی باید وجود داشته باشد. وجود ابر نیز ضروری است، چرا که این نوع باروری قادر به تولید ابر نخواهد بود. همچنین، باروری استاتیک در درجه ی اول ابرهای سرد را مورد توجه خود قرار می دهد. به همین خاطر، بخشی از ابر باید فوق سرد باشد (یعنی ابر باید قطره های مایع فوق سردی داشته باشد ک در دمای زیر صفر درجه ی سانتی گراد، به واسطه ی سرعت نزول بسیار کم شناور باشند).

از نظر مفهومی، روش باروری استاتیک بر این تفکر استوار است که ابرهای سرد، هسته های انجماد کافی، برای شروع فرایند بارش را ندارند و ما با افزایش تعداد هسته های انجماد به صورت مصنوعی، امکان شروع برای شروع بارش را فراهم می آوریم. بدین ترتیب، هدف از این فرایند تولید کریستال های یخ کافی است، به طوری که این کریستال ها در ارتباط با تئوری برژرون به اندازه ی کافی رشد کنند و آب فوق سرد موجود در ابر خیلی سریع تر به بارش تبدیل شود [Tarbuck and Lutgens, 1998; NAS, 2003].

اگر بخواهیم مقایسه ای بین روش های باروری دینامیک و استاتیک داشته باشیم، می توان گفت در حال حاضر برای هر دو نوع باروری، عمدتاً از ماده ی یکسان و مشابهی استفاده می شود. با این تفاوت که در باروری استاتیک معمولاً هدف از عملیات باروری، تأمین حدود یک هسته برای هر لیتر هوای ابری است، در حالی که در روش دینامیک، بیش از صد برابر این تعداد هسته برای هر لیتر هوای ابری لازم است [Orville, 2003]. از طرف دیگر، روش باروری دینامیک اساساً برای ابرهای همرفتی کاربرد دارد، در حالی که روش استاتیک به طور گسترده ای در ابرهای اروگرافیک، ابرهای تیپ لایه ای و به همین ترتیب ابرهای همرفتی مورد استفاده قرار می گیرد [NAS, 2003].

در برنامه ها و پروژه های باروری، مهم ترین مواد برای بارور کردن ابرها، در درجه ی اول یدور نقره و سپس یخ خشک است [ASCE, 1995]. علاوه بر مواد فوق، موادی همچون: یدورقلع، سولفید مس، پروتئین ها و برخی باکتری های خاص (مواد ارگانیک)، ذرات ریز خاک، پروپان مایع و گردوغبار آتشفشانی نیز در دماهای پائین تر از صفر درجه می توانند، موجب تشکیل کریستال های یخ شوند. با وجود این، هیچ کدام از این مواد به اندازه ی یدور نقره مؤثر نیستند و به آسانی آن، امکان تولید و پخش آن ها فراهم نیست [Wallace and Hobbs, 1977; Schaefer and Chan, 1996]. در واقع یدور نقره مؤثرترین ماده ی باروری برای ابرهای حاوی قطره های آب فوق سرد در باروری استاتیک به شمار می آید، چرا که به خاطر اندازه ی کوچک قطره های ابر، امکان بارش آن ها فراهم نیست؛ مگر به واسطه ی وجود کریستال های مصنوعی (یدور نقره) در داخل ابر [Schaefer and Ghan, 1996]. البته برای ابرهای گرم (و ابرهای قاره ای) که دمای بالاتر از صفر درجه دارند، مؤثرترین روش، باروری با کریستال های نمک است. لازم به ذکر است که در ابرهای گرم، از طریق فرایند برخورد و درهم آمیزی، بارش حاصل می شود [Wallace and Hobbs, 1977]

## جنبه های باروری ابرها

**افزایش بارش**: به طور کلی افزایش بارش ناشی از باروری ابرها

در مقیاس جهانی، برای تولید نیروی برق آبی و محصولات کشاورزی بیش‌تر، همچنین کاهش میزان شوری خاک، تقویت صنعت اسکی و افزایش ذخایر آب در مناطق صنعتی و مناطقی که به‌طور مداوم از کمبود منابع آب رنج می‌برند، از نظر اقتصادی روشی مناسب تشخیص داده شده است. در واقع محرک اصلی فرایند باروری ابرها در مقیاس جهانی، در درجه‌ی اول، عوامل اقتصادی هستند [ASCE, 1995].

همان‌طور که قبلاً گفته شد، بخار آب متراکم شده در ابرها، قطره‌های ریز ابر را تشکیل می‌دهند که به‌واسطه سرعت نزول بسیار کم در هوا شناور می‌مانند. این قطره‌های بار بسیار ریز، تنها به‌واسطه‌ی وجود هسته‌های تراکم بزرگ (در ابرهای بزرگ) و یا کریستال‌های طبیعی و مصنوعی یخ (در ابرهای سرد) امکان رشد و در نهایت بارش را پیدا می‌کنند. بدین ترتیب، در ابرهایی که به‌طور طبیعی به‌واسطه‌ی کمبود هسته‌های تراکم و هسته‌های انجماد (کریستال‌های یخی) امکان بارش مناسب آن‌ها فراهم نیست، با افزودن مواد، به‌طور مصنوعی امکان استفاده از تمامی توان بارشی ابر مهیا شود.

به‌طور کلی، عملیات باروری ابرها به دو صورت انجام می‌پذیرد: از جهت عملیاتی، معمول‌ترین روش برای باروری ابرها، استفاده از ژنراتور است که یدور نقره (AGI) محلول با آستون را به همراه سایر مواد شیمیایی برای تولید مقادیر زیادی ذرات ریز به‌عنوان هسته‌های مصنوعی انجماد می‌سوزاند (شکل الف۵). نحوه‌ی کار ژنراتور بدین صورت است که ابتدا یدور نقره و سایر مواد شیمیایی را تبخیر می‌کند. اما بخار یدور نقره بلافاصله پس از تبخیر، در محیط مجاور سرد و به شکل ذرات بسیار ریز (دود) متراکم می‌شود. در این نوع باروری، دمای ابر بسیار مهم است، چرا که فعالیت این کریستال‌های مصنوعی، معمولاً از دمای $-4^{\circ}C$ شروع می‌شود و با کاهش بیش‌تر دمای ابر به صورت نمائی[19] افزایش پیدا می‌کند [ASCE, 1995].

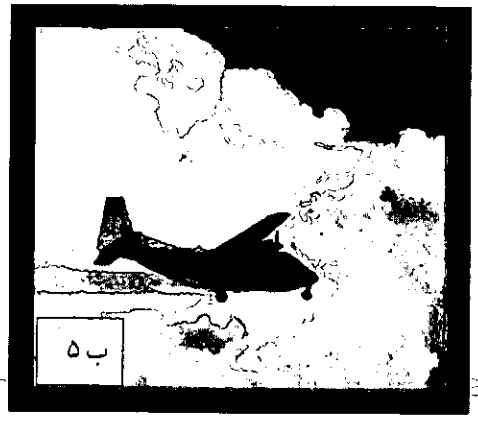
یدور نقره پس از تولید در سطح زمین و هوای گرم، از طریق همرفت یا اثرات اروگرافیک به دامنه‌های کوهستانی و یا به داخل توده‌ی هوای سردتر و متراکم‌تر حمل می‌شود و امکان آن را پیدا می‌کند که یک ابر فوق سرد را چند درجه‌ای سردتر کند [Schaefer and Ghan, 1996].

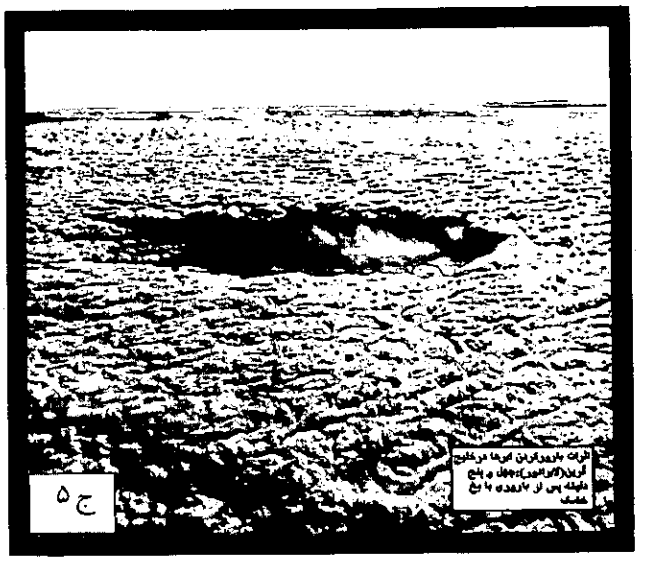
روش دیگری که درعملیات باروری در رتبه‌ی دوم جای می‌گیرد، پاشیدن مواد از بالا به داخل ابر است که بر حسب نوع ابر (سرد یا گرم) نوع این مواد متفاوت خواهد بود. این روش عمدتاً برای پاشیدن یخ خشک به داخل ابرهای سرد کاربرد دارد (شکل ۵ ـ ب و ۵ ـ ج). پاشیدن تکه‌های ریز یخ خشک (دی‌اکسیدکربن یخ زده) با دمای پائین‌تر از $-80^{\circ}C$ از بالا به داخل ابرهایی که حاوی قطره‌های آب فوق سرد هستند، موجب می‌شود، دما در ابر به سرعت کاهش یابد. به‌دنبال این عملیات، وجود دمای پائین‌تر از حد آستانه ($-40^{\circ}C$) موجب منجمد شدن قطره‌های آب فوق سرد و در نتیجه تشکیل کریستال‌های یخ می‌شود [ASCE, 1995].

در برخی از عملیات باروری، دو روش فوق به صورت هم‌زمان به کار می‌روند تا از حداکثر توان بارشی ابر استفاده شود. افزایش بارش ناشی از عملیات باروری، بر حسب نوع ابر، شرایط موجود در ابر و زمان و مکان باروری، متفاوت است؛ کما این‌که در برخی از نمونه‌ها، تولید مقادیر زیاد هسته‌ی انجماد کوچک، مانع از بارش ابر شده است [Ahrens, 1998].

گزارش‌های موجود از عملیات باروری در کشورهای گوناگون درصدهای متفاوتی را نشان می‌دهد. به طوری که برای مثال در منطقه‌ی شیرکوه یزد، در برخی از موارد، افزایش بارش حدود ۲۰ درصد تا ۴۰ درصد براورد شده است [امیریزدانی و همکاران، ۱۳۸۲] و در برخی از کشورها، عملیات باروری تقریباً بی‌تأثیر دانسته شده است. در مجموع، از لحاظ علمی، ابهامات زیادی در رابطه با افزایش بارش از طریق عملیات باروری ابرها در سطح جهانی، وجود دارد [Schaefer and Ghan, 1996; NAS, 2003]. شکل ۶ توزیع جهانی برنامه‌ها و پروژه‌های تعدیل وضعیت جو و باروری ابر را نشان می‌دهد.

شکل ۵. الف ۵ استفاده از ژنراتور و سوزاندن یدور نقره برای باروری ابرها را نشان می‌دهد در شکل ب ۵ پاشیدن یخ خشک با دمای $-80^{\circ}C$ به داخل ابر، شکل ج ۵ یک ابر بارور شده چند دقیقه پس از پاشیدن یخ خشک نشان داده شده است.




ج ۵

**پراکنده کردن مه و ابر**: یکی از کاربردهای قابل قبول باروری ابر عبارت است از رها کردن ذرات یدور نقره و یخ خشک به داخل مه فوق سرد یا ابرهای استراتوس برای پراکنده کردن آن‌ها و بهبود وضعیت دید. فرودگاه‌ها، بندرها و بزرگراه‌های بین‌شهری مه‌آلود، بهترین گزینه برای انجام این عملیات هستند.

هدف از چنین عملیاتی، آغاز کردن یک تغییرشکل در ترکیب ابر از قطرات آب فوق سرد به کریستال‌های یخ است. نتیجه‌ی این فرایند موجب نزول کریستال‌های یخ و به‌وجود آمدن شکاف بزرگی در ابر یا مه می‌شود. البته در آغاز عملیات، کریستال‌های یخ خیلی کوچک هستند و امکان نزول آن‌ها وجود ندارد، اما با گذشت زمان و گسترش فرایند برژرون، کریستال‌های یخ به‌واسطه‌ی جذب قطره‌های آب باقی‌مانده رشد می‌کنند و درنهایت به صورت برف می‌بارند. متعاقب آن، حفره‌ی بزرگی در ابرهای استراتوس یا مه فوق سرد به‌وجود می‌آیند که موجب افزایش دید می‌شوند (شکل ۵ـ ج).

متأسفانه اغلب مه‌ها شامل قطره‌های آب فوق سرد نمی‌شوند. این مه‌ها که تحت عنوان «مه گرم»[۲۰] از آن‌ها یاد می‌شود، از طریق عملیات باروری که در بالا اشاره کردیم، کاهش نمی‌یابند و برای کاهش آن‌ها باید از روش‌های پرهزینه‌تری استفاده کرد. یک روش مناسب برای پراکنده کردن مه‌های گرم، وارد کردن هوای گرم‌تر و خشک‌تر از بالا به داخل مه یا گرم کردن هوا در سطح زمین است. زمانی که لایه‌ی مه خیلی کم‌عمق باشد، از هلیکوپتر استفاده می‌شود. هلیکوپتر درست بالای مه پرواز می‌کند و جریانی قوی از هوای خشک‌تر را به سمت پائین به‌وجود می‌آورد که به‌واسطه‌ی مخلوط شدن آن با هوای اشباع‌شده‌ی مه‌آلود، مه پراکنده می‌شود و از بین می‌رود. در برخی از فرودگاه‌ها که در قسمتی از ایام سال به‌طور معمول مه‌های گرم دارند، از طریق گرم کردن هوای سطحی موجب تبخیر مه می‌شوند [Tarbuck and Lutgens, 1998].

بدین ترتیب، با جمع‌بندی مطالب گفته شده، عمدتاً چهار روش برای پراکنده کردن مه و ابر وجود دارد که عبارتند از:

۱. افزایش اندازه‌ی قطره‌های مه، به‌طوری که درنتیجه‌ی افزایش وزنشان، به شکل بارانی خیلی ریز و خفیف به سطح زمین ببارند (فرایند برژرون در مه سرد/ باروری استاتیک).

۲. بارور کردن «مه سرد» با استفاده از یخ خشک، به‌طوری که قطره‌های مه به کریستال‌های یخ تبدیل شوند (باروری دینامیک).

۳. گرم کردن هوا، به طوری که مه تبخیر شود.

۴. اختلاط هوای اشباع‌شده‌ی سردتر در نزدیک سطح زمین با هوای اشباع نشده و گرم‌تر در بالای آن.

از این چهار روش، دو روش اول به عملیات باروری در ابر و مه مربوط می‌شوند [Ahrens, 1998].

## جلوگیری از بارش تگرگ

بارش تگرگ در بسیاری از نقاط دنیا موجب خسارت مالی هنگفت، و همچنین صدمات جدی به محصولات کشاورزی می‌شود. برای جلوگیری از وقوع تگرگ، از زمان یونان باستان تا به امروز، تلاش‌های بسیاری صورت گرفته‌اند. از جمله در پایان قرن نوزدهم در اروپا، از توپ‌های خاصی برای شلیک به ابرهای کومولونیمبوس بزرگ و ابرهای تندری استفاده می‌شد (شکل ۷ـالف). لازم به ذکر است، تگرگ به‌واسطه‌ی جمع شدن و یخ بستن قطره‌های آب به دور یک هسته‌ی انجماد یا یک نطفه‌ی یخ‌زده به‌وجود می‌آید. جریان به سمت بالای هوای مرطوب در داخل ابر کومولونیمبوس اغلب آن‌قدر قوی است که امکان جذب مجدد لایه‌های اضافی آب به دور دانه‌های تگرگ کوچک (هسته‌های انجماد درحال حرکت در قسمت فوقانی ابر) را فراهم آورد (شکل ۷ـب). این لایه‌های آب فوق سرد به سرعت دور دانه‌های تگرگ

شکل ۶. توزیع جهانی برنامه‌ها و پروژه‌های باروری ابرها در سال ۱۹۹۹. رنگ آبی معرف برنامه‌های افزایش بارش، رنگ قرمز معرف برنامه‌های جلوگیری از وقوع تگرگ و رنگ سبز معرف برنامه‌های افزایش بارش همراه با جلوگیری از وقوع تگرگ است [NAS, 2003].

کوچک یخ می‌زنند و موجب رشد آن‌ها می‌شوند. از طرف دیگر، به‌خاطر تعداد نسبتاً کم هسته‌های انجماد، معمولاً تعداد کمی دانه‌های تگرگ در هر ابر وجود دارند. نتیجه این‌که دانه‌های تگرگ آزادانه رشد می‌کنند و درنهایت به خاطر افزایش وزنشان، به صورت «دانه‌های بزرگ تگرگ»[۲۱] از ابر می‌بارند (شکل ۷ـب). در این رابطه، بهترین شرایط برای رشد نطفه‌ی یخ‌زده و تشکیل دانه‌های بزرگ تگرگ، دمایی بین ۱۰- تا ۳۰- درجه‌ی سانتی گراد و ارتفاعی حدود ۵ تا ۹ کیلومتر در ابرهای تندری است [Orville, 2003].

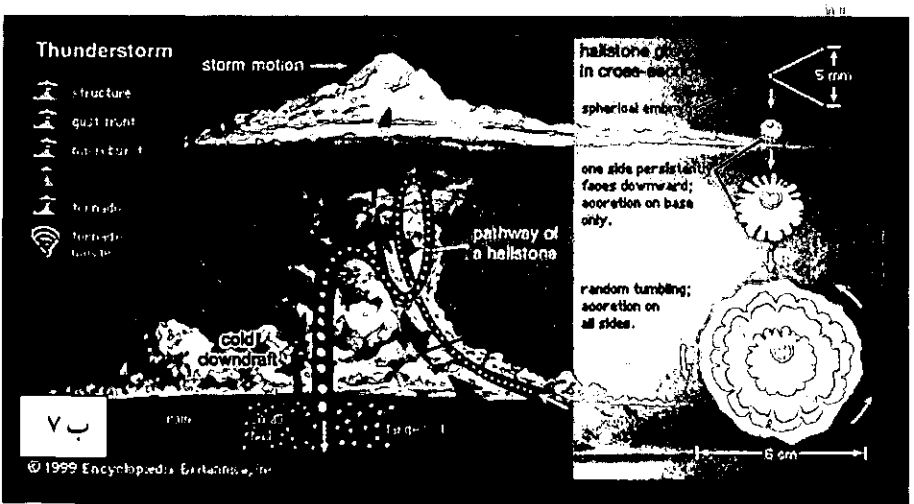
در تلاش‌هایی که در سال‌های اخیر برای جلوگیری از وقوع تگرگ صورت گرفته‌اند، عمدتاً از کریستال‌های یدور نقره برای ممانعت از تشکیل و رشد دانه‌های تگرگ در داخل ابرهای توفانی استفاده شده است.

به‌طور کلی، دو روش برای جلوگیری از وقوع تگرگ وجود دارد که عبارتند از: الف) «رقابت سودمند»[۲۲] ب) «بارش زودهنگام»[۲۳]. در روش اول، عمدتاً از هسته‌های انجماد مصنوعی (معمولاً یدور نقره) استفاده می‌شود. این روش برای ابرهایی که حاوی مقادیر قابل ملاحظه‌ای آب فوق سرد هستند، کاربرد دارد. درنتیجه‌ی این فرایند، به‌واسطه‌ی رقابت بین هسته‌های انجماد برای جذب قطره‌های آبی که در دسترس هستند، آب فوق سرد موجود در ابر، بین تعداد زیادی هسته‌ی انجماد تقسیم می‌شود که درنهایت اندازه‌ی دانه‌ی تگرگ را کاهش می‌دهد و از رشد آن جلوگیری می‌کند، و تخریب حاصل از بارش تگرگ به حداقل میزان ممکن می‌رسد [Tarbuck and Lutgens, 1998; Orville, 2003]. روش بارش زودهنگام برای ممانعت از وقوع تگرگ در توفان‌های تندری نابالغ کاربرد دارد. در این روش، به‌واسطه‌ی بارور ساختن ابر، آغاز بارش زودتر از زمان طبیعی صورت می‌گیرد. حرکات رو به بالای ضعیف در سلول‌های ابر نابالغ، قادر به حفظ و نگهداری قطرات باران در داخل ابر نیست که درنتیجه‌ی آن، قطرات باران بدون آن‌که سهمی در فرایند تشکیل تگرگ داشته باشند، از ابر فرو می‌ریزند. بارش زودهنگام، محتوای آب ابر نابالغ را خارج و در نهایت مانع از تشکیل تگرگ در ابر می‌شود [Orville, 2003].

**باروری ابرها برای تضعیف هاریکن‌ها:** یکی از جنبه‌های کاربرد باروری ابرها، کاهش شدت باد و به‌طور کلی تضعیف هاریکن‌ها (سیلکون‌های حازه‌ای) است. باروری ابرها در دیواره‌ی ابر واقع در حاشیه‌ی بیرونی چشم هاریکن صورت می‌گیرد که نتیجه‌ی آن رها شدن مقادیر زیادی گرمای نهان و درنهایت گسترده شدن «هسته‌ی گرم» توفان و بزرگ شدن منطقه‌ی چشم هاریکن است که درنهایت، منطقه‌ی حداکثر شدت و سرعت باد به سمت بیرون هاریکن جابه‌جا و تضعیف می‌شود [Wallace and Hobbs, 1977]. در برخی موارد، باروری ابرها موجب تغییر در جهت حرکت هاریکن نیز شده است [Robinson and Henderson-sellers, 1999].

**از بین بردن رعد و برق:** باروری ابرهای تندری با استفاده از یدور نقره این هدف را دنبال می‌کند که در چنین شرایطی، یدور نقره در داخل ابر سرد کریستال‌های بزرگی را به‌وجود آورد تا بتوانند به عنوان نقطه‌ای اضافی برای انجام مبادلات الکتریکی عمل کنند [Wallace and Hobbs, 1977]. این ایده زمانی شکل گرفت که برخی از محققان گزارش‌هایی مبنی بر مشاهده‌ی یک سلسله تغییرات در خصوصیات الکتریکی ابرهای مولد رعد و برق درنتیجه‌ی بلعیدن دود ناشی از سوختن مواد طبیعی ارائه کردند. در واقع هدف از برنامه‌های تعدیل رعد و برق عبارت است از کاهش دادن میدان‌های الکتریکی در داخل توفان‌های تندری، به‌طوری که درنهایت این توفان‌ها قدرت لازم برای تخلیه‌ی الکتریکی را از دست بدهند [NAS, 2003].

علاوه بر موارد گفته شده، برنامه‌های تعدیل وضعیت جو می‌تواند پدیده‌هایی چون: تورنادو (تضعیف شدت آن‌ها)، جلوگیری از وقوع سیلاب‌های بزرگ و جلوگیری از یخ‌زدگی جاده‌ها و فرودگاه‌ها را نیز دربرگیرد.



ب ۷

الف ۷

شکل ۷. شکل الف ۷ وسیله‌ای را نشان می‌دهد که در پایان قرن نوزدهم، در برخی از کشورهای اروپایی، برای ممانعت از وقوع تگرگ مورد استفاده قرار می‌گرفت [Thompson, 1998]. در شکل ب ۷ نحوه‌ی رشد یک نطفه‌ی یخ‌زده و تبدیل آن به یک دانه‌ی تگرگ بزرگ در نتیجه‌ی حرکات صعودی و نزولی شدید در یک توفان تندری به نمایش درآمده است. در این شکل محل وقوع بارش باران، دانه‌های کوچک و دانه‌های بزرگ تگرگ در زیر ابر مشخص شده است. در سمت راست شکل ب ۷، اندازه و شکل یک دانه‌ی تگرگ بزرگ از مراحل اولیه‌ی تشکیل تا زمان خروج از ابر، مورد توجه قرار گرفته است [www.britannica.com].

## ارزیابی برنامه‌ها و پروژه‌های باروری ابرها

جو به‌عنوان یک سیستم «کیاتیک»[۲۴]، ذاتاً تنها برای مدت زمان محدودی قابل پیش‌بینی است [NAS, 2003]. در فرایند تعدیل وضعیت جو و باروری ابرها، اغلب سیستم‌های ابری که مورد توجه قرار می‌گیرند، به نسبت بالایی در مقیاس‌های زمانی و مکانی متفاوت تغییر می‌یابند و توان علمی موجود، برای کمی کردن این وردش‌پذیری بالای ابرها بسیار پائین است [NAS, 2003]. وجود چنین رفتار غیرخطی و پیچیده‌ای در ابرها، ارزیابی نتایج باروری ابرها را مشکل می‌سازد. پرسش اصلی که در ارزیابی هر عملیات باروری باید به آن پاسخ گفت، این است که: وقتی ابری بارور شده تولید بارش می‌کند، چه میزان از این بارش بدون فرایند بارورسازی فروریخته است؟ در واقع، جدا کردن میزان تأثیر فرایند باروری بر مقدار بارش یک ابر بسیار مشکل است، به همین خاطر، گزارش‌های موجود از عملیات باروری در کشورهای گوناگون نتایج بسیار متفاوتی را نشان می‌دهند [Ahrens, 1998].

به‌طور کلی، شواهدی که می‌توان از طریق آن‌ها میزان تأثیر فرایند باروری در یک ابر را از نظر علمی ارزیابی کرد، به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از: الف) فیزیکی؛ ب) آماری. از طریق شواهد فیزیکی، اندازه‌گیری روابط کلیدی در زنجیره‌ی رخدادها در ارتباط با مدل مفهومی باروری مورد توجه قرار می‌گیرد (شکل۴) که در نهایت، صحت فیزیکی اثرات مثبت باروری را در زنجیره‌ی فرایند بارش آشکار می‌سازد [Bruintges, 1999]. متأسفانه هنوز توانایی لازم برای پیگیری اثرات فیزیکی از نقطه‌ی باروری در ابر تا زمان بارش بر زمین وجود ندارد و هنوز توانایی اندازه‌گیری مقدار بارش حاصل از باروری که در هر عملیات باروری به سطح زمین می‌رسد، بسیار ضعیف است.

به‌خاطر محدودیت‌های موجود در ارزیابی فیزیکی، محققان برای شناسایی اثرات باروری ابرها، چاره‌ای جز به‌کارگیری ارزیابی‌های (شواهد) آماری ندارند. در روش ارزیابی آماری، هر عملیات تعدیل وضعیت جو عمدتاً با استفاده از روش‌ها و اصول آماری پذیرفته شده و براساس یک مدل مفهومی باروری مورد بررسی قرار می‌گیرد. در این نوع ارزیابی، اغلب موارد مقادیر بارش ثبت شده در یک منطقه‌ی «هدف» با مقادیر بارش اندازه‌گیری شده در یک منطقه‌ی «کنترل» که (با شرایط جوی مشابه) در مجاورت منطقه‌ی هدف قرار دارد، مقایسه می‌شود [NAS, 2003].

در ادامه، ابتدا برنامه‌ها و پروژه‌های تعدیل وضعیت جو و باروری ابرها از نقطه‌نظر تئوریکی و روش‌شناسی مورد توجه قرار می‌گیرند و سپس ارزیابی‌های موجود از فرایند باروری ابرها ارائه می‌شوند. از نظر مباحث روش‌شناسی، پس از دهه‌ی ۱۹۴۰، دو مکتب در مطالعات تعدیل وضعیت جو به‌وجود آمدند که عبارتند از:

● مکتب «تئوری / آزمایش»[۲۵] که تست فرضیه‌های علمی را در کانون توجه خود قرار داد.

● مکتب «مشاهده / آزمایش»[۲۶] که سعی داشت از طریق مشاهدات دقیق‌تر، فهم موجود را از فرایند باروری افزایش دهد.

متأسفانه در دهه‌های اخیر، ارتباط متقابلی که طی دهه‌های ۱۹۴۰ تا ۱۹۷۰ بین تئوری و آزمایش (یا تئوری و عمل) وجود داشت، مشاهده نمی‌شود. در واقع، سال‌های حدفاصل دهه‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ را می‌توان به‌واسطه‌ی کنش متقابل بین تئوری و عمل، «عصر طلایی» باروری ابر نامید [Young, 1996]. شواهد موجود نشان می‌دهند که از اواخر دهه‌ی ۱۹۷۰، نوعی واگرایی بین دو مکتب فوق به‌وجود آمد. بدین ترتیب، برنامه‌هایی که از مکتب تئوری / آزمایش تبعیت می‌کردند و عمدتاً با سرمایه‌گذاری دولت با جهت‌گیری علمی برگزار می‌شدند، کاهش یافتند و درعوض، برنامه‌هایی که از مکتب مشاهده / آزمایش پیروی می‌کردند و عمدتاً جهت‌گیری مهندسی و فنی داشتند، افزایش یافتند. در واقع، برنامه‌های اخیر باروری ابرها، به‌خاطر گرایش صرف به سمت مشاهده / آزمایش بدون مطالعات تئوریکی و فرضیه‌سازی مناسب، به طور قابل ملاحظه‌ای روند پیشرفت را در برنامه‌های تعدیل وضعیت جو کند کرده است [Young, 1996]. به عبارت دیگر، اعتقاد به این‌که یافته‌های علمی در این حوزه کافی هستند، موجب جهت‌گیری فنی برنامه‌های کنونی باروری ابرها شده است.

طی دهه‌ی گذشته، ارزیابی‌ها و بررسی‌های دقیقی از پروژه‌های باروری ابرها صورت گرفته‌اند. اگرچه هنوز نشانه‌هایی وجود دارند مبنی بر این‌که باروری می‌تواند موجب افزایش بارش شود، اما شماری از مطالعات اخیر، بسیاری از نتایج مثبت این پروژه‌ها را زیر سؤال برده است [Rangno and Hobbs, 1987; 1993; 1995; Ryan and King, 1997; Bruintges, 1999; NAS, 2003]. بررسی مجدد برخی از مهم‌ترین تجربیات باروری ابرها که برای سالیان سال در سطح جهانی به عنوان نمونه‌های روشن و برجسته‌ی توانایی تکنیک‌های باروری ابرها جهت افزایش بارش قلمداد می‌شدند و به‌دست آوردن نتایجی که اعتبار علمی این تجربیات را به شدت مورد تردید قرار داد، واکنش‌های علمی قابل توجهی را در مجامع علمی به‌دنبال داشت. از آن جمله می‌توان به تجربیات زیر که به‌عنوان شاخص‌ترین نمونه‌ها در سطح جهانی شناخته شده‌اند، اشاره کرد:

● ابهامات موجود در رابطه با باروری ابرها در دسامبر ۱۹۷۴ گروهی را به رهبری دکتر ورک من[۲۷] به مخالفت با برنامه‌های باروری ابر در ایالت داکوتای جنوبی کشاند. این گروه که پس از به نتیجه نرسیدن اقدامات باروری ابر در تابستان خشک سال‌های ۱۹۷۳ و ۱۹۷۴ شکل گرفت، معتقد بود که باروری ابر موجب تشکیل قطرات باران بیش‌تر اما کوچک‌تر و بنابراین، افزایش تبخیر در حد فاصل پایه‌ی ابر و سطح زمین و نهایتاً از بین رفتن بارندگی شده است [AnS, 2003].

● برای سالیان سال، تجربه‌های باروری ابر در فلسطین اشغالی به

عنوان یکی از موفق‌ترین برنامه‌های باروری ابر در سطح جهانی محسوب می‌شد. تجربه‌های اول و دوم باروری ابرها که طی سال‌های ۱۹۶۷ ـ ۱۹۶۱ و ۱۹۷۵ ـ ۱۹۶۹ در این کشور به اجرا درآمدند، از روش باروری استاتیک در ابرهای قاره‌ای همرفتی پایه‌ی سرد برای افزایش بارش استفاده کردند. در ارزیابی‌های آماری اولیه، میزان افزایش بارش در منطقه‌ی هدف، برای هر یک از تجربه‌های اول و دوم به ترتیب ۱۸ و ۱۳ درصد گزارش شد [Gagin an Neumann, 1981].

در سال ۱۹۹۵، **رانگنو و هوبز**[۲۸] تجربه‌های اول و دوم باروری ابرها در فلسطین اشغالی را مجدداً مورد ارزیابی قرار دادند و نتایج بررسی‌های خود را در مقاله‌ی جنجال‌برانگیزش منتشر کردند. آن‌ها بر اساس مطالعه‌ی دقیق ثابت کردند که تجربه‌ی اول باروری ابرها هیچ‌گونه افزایش بارشی را در پی نداشته است و صرفاً یک «خطای آماری نوع اولش در براورد بارش به وقوع پیوسته است. رانگنو و هوبز در بررسی تجربه‌ی دوم به این نتیجه رسیدند که منطقه‌ی هدف شمالی (واقع در شمال فلسطین اشغالی) در روزهای باروری به طور طبیعی بارش‌های سنگین‌تری را (در مقایسه با منطقه‌ی کنترل) تجربه کرده که به اشتباه، افزایش بارش حاصل از باروری ابرها پنداشته شده است. نکته‌ی جالب‌تر این‌که در تجربه‌ی دوم باروری ابرها، منطقه‌ی هدف جنوبی کاهش بارش را تجربه کرده است [Rangno and Hobbs, 1995].

مقاله‌ی رانگنو و هوبز واکنش‌های علمی گسترده‌ای را در رابطه با باروری ابرها در فلسطین اشغالی برانگیخت [Ben-Ziv, 1997; Dennis and Orville, 1997; Rosenfeld, 1997; Woodley, 1997] و تردیدهای جدی را در استفاده از روش استاتیک برای افزایش بارش در ابرهای همرفتی به دنبال داشت.

● «کلیماکس»[۲۹] از دیگر برنامه‌های مشهور باروری ابرهاست که به مدت دو دهه (۱۹۶۰ و ۱۹۷۰) طی فصل‌های سرد سال، روی دامنه‌ی کوه‌های راکی در منطقه‌ی کلرادوی آمریکا به اجرا درآمد. برای سالیان سال، تجربه‌های کلیماکس I و کلیماکس II، مهم‌ترین شواهد افزایش بارش بر ابرهای اروگرافیک زمستانی در ایالات متحده محسوب می‌شدند. بر خلاف تحلیل‌های اولیه‌ی محققان که میزان افزایش بارش ناشی از تجربه‌ی کلیماکس I و II را حدود ۱۰۰ درصد براورد کرده بودند، رانگنو و هوبز (۱۹۹۳ ـ ۱۹۸۷) عملیات کلیماکس I را فاقد افزایش بارش و برای کلیماکس II نیز تنها حدود ۱۰ درصد افزایش بارش محاسبه کردند.

● بررسی بیش از ۴۷ سال تجربیات باروری ابرها در استرالیا نیز دلالت بر آن دارد که روش‌های باروری استاتیک برای افزایش بارش زمستانی در دشت‌ها و مناطق پست و هموار استرالیا مؤثر نبوده است. تنها در شرایط هواشناسی خاص و در ابرهای استراتوس کوهستانی (در جزیره‌ی تاسمانی) امکان افزایش بارش از طریق باروری ابرها وجود دارد [Ryan and king, 1997].

آکادمی ملی علوم ایالات متحده‌ی آمریکا، پس از بررسی کامل نتایج حاصل از تعداد بی‌شماری از برنامه‌ها و تجربیات باروری ابرها برای چهار دهه‌ی گذشته، چنین نتیجه‌گیری می‌کند که: «باروری ابرها و برنامه‌های تعدیل وضعیت جو هنوز شواهد آماری و فیزیکی مورد نیاز برای به رسمیت شناخت اعتبار علمی خود را فراهم نکرده است» [NAS, 2003].

چالش‌های علمی موجود در رابطه با افزایش بارش ناشی از باروری ابرها، به همراه فقدان یک نشانه‌ی علمی قاطع از اثر تعدیل عمدی وضعیت جو، موجب کاهش قابل توجه برنامه‌ها و پروژه‌های باروری ابر در سطح جهانی شده است. از آن جمله، هزینه‌ی پروژه‌های تعدیل وضعیت جو در ایالات متحده‌ی آمریکا که در اوایل دهه‌ی ۱۹۷۰ سالانه به بیش از ۲۰ میلیون دلار می‌رسید، در سال‌های اخیر به کم‌تر از ۵۰۰ هزار دلار تقلیل یافته است [Bruinitjes, 1999; NAS, 2003]. نبود موفقیت قابل ارائه از نظر علمی، ادعاهای نامعقول، انتظارات غیرواقعی، رشد نگرانی‌های زیست‌محیطی و عوامل قانونی و اقتصادی، از جمله دلایلی هستند که موجب کاهش پژوهش در این زمینه شده‌اند [NAS, 200s].

## ۴. نتیجه

عملیات باروری ابرها عمدتاً به دو روش دینامیک و استاتیک قابل اجراست. معمول‌ترین روش مورد استفاده در سطح جهان (از جمله ایران)، باروری استاتیک است. در این نوع باروری، وجود ابر ضروری است و فرایند باروری صرفاً موجب تقویت، تحریک و افزایش بارش خواهد شد. برای انجام این نوع باروری، ابتدا توزیع جغرافیایی ابرها و پتانسیل ابرناکی در یک منطقه مورد مطالعه قرار می‌گیرد. مطالعات موجود نشان می‌دهد که دامنه‌ی رشته کوه‌های مرتفع، بهترین گزینه برای انجام عملیات باروری محسوب می‌شود. به همین جهت باروری ابرهای زمستانی که در امتداد موانع مرتفع کوهستانی تشکیل می‌شوند (ابرهای اروگرافیک) بیش از سایر ابرها صورت می‌گیرند؛ چراکه به نظر می‌رسد، ابرهای اروگرافیک سرد عملاً بالغ بر ۵۰ درصد از آب متراکم شده درخود را، در نتیجه‌ی باروری، به صورت بارش به سطح زمین فرو می‌ریزند [Tarbuck and Lutyens, 1998]. از این رو، پروژه‌های باروری ابرها در ایران نیز عمدتاً در امتداد دامنه‌های مرتفع البرز جنوبی و شمالی و شیرکوه به اجرا گذاشته شده‌اند.

بدین ترتیب، فرایند باروری ابرها به شدت از شرایط مکانی و خصوصیات محلی متأثر است. از طرف دیگر، عواملی چون: انتخاب توده‌های ابری که به طور طبیعی مقادیر بارش کافی ندارند، همچنین نوع ابر، دمای ابر، محتوای رطوبتی، جریان هوا و مکانیزم‌های انتقال و نحوه‌ی توزیع اندازه‌ی قطره‌های ابر، در انجام

عملیات باروری نقش اصلی و تعیین‌کننده دارند. بسیاری از خصوصیات یاد شده، تابع شرایط خاص محلی هستند و طی زمان نسبتاً کوتاه، تغییرات زیادی را از خود نشان می‌دهند. به همین علت، هر عملیات باروری از نظر مکانی در مقیاس کوچک بر روی یک یا چند ابر خاص انجام می‌گیرد و در عین حال از نظر زمانی نیز در مدتی کوتاه به اجرا درمی‌آید؛ به طوری که تنها حدود ۱۵ تا ۲۰ دقیقه پس از انتقال مواد به داخل ابر بارش آغاز می‌شود و عموماً مدت زمانی کوتاهی پس از آن به پایان می‌رسد. به همین خاطر، اشتباه در تعیین مکان و زمان دقیق عملیات باروری، موجب شکست طرح می‌شود؛ چنان‌که در برخی موارد، هیچ گونه افزایش بارشی حاصل نشده و ابر نیز از بین رفته است. البته تعیین مقادیر بارش حاصل از باروری مصنوعی، خود یکی از بحث‌انگیزترین بخش‌های عملیات باروری ابرهاست و همواره این سؤال بین هواشناسان مطرح است که باروری مصنوعی به چه میزان موجب افزایش بارش در ابرها می‌شود؟

با توجه به بحث‌های فوق، پذیرش نظراتی از قبیل این‌که «ابرهای بارور شده‌ی گیلان در افغانستان باریده‌اند»، از پایه و اساس علمی برخوردار نخواهند بود؛ چراکه ابرهای موجود در هر منطقه، حتی در ساعات و دقایق متوالی، خصوصیات فیزیکی متفاوتی پیدا خواهند کرد. به عبارت دیگر، همان‌طور که شرایط جوی و خصوصیات مکانی از جایی به جای دیگر متفاوت هستند، ابرها نیز که تحت تأثیر مستقیم شرایط محلی قرار دارند، از جایی به جای دیگر و از زمانی به زمان دیگر به سرعت تغییر می‌یابند و ماهیت اولیه‌ی خود را از دست می‌دهند. بدین ترتیب، وقوع بارش در یک مکان، نتیجه‌ی فراهم شدن مجموع شرایط جوی مناسب محلی (چه به صورت طبیعی و چه به صورت مصنوعی) در خود آن منطقه است.

زیرنویس

1. Rain - Making Rituals
2. Weather Modification
3. Cloud Seeding
4. Frost
5. Condensation Nuclei
6. Cloud Droplets

۷. یک قطره باران معمولی شعاعی حدود ۱۰۰۰ میکرون دارد در حالیکه یک قطره ابر شعاعی کمتر از ۱۰ میکرون دارا می‌باشد (Legates، ۱۹۹۶)

8. The Saturation Vapor Pressure
9. Bergeron - Findeisen Process
10. Super Cooled Droplet
11. Freezing
12. Snowflakes
13. Collision and Coalescence
14. Drizzle

۱۵. یکی شدن قطره‌های ابر به‌واسطه برخورد متان با هم، اصطلاحاً «درهم‌آمیزی» خوانده می‌شود [Ahrens، ۱۹۹۸].

16. Vincent Schaefer
17. Bernard Vonnegut
18. Debbie
19. Exponential
20. Warm Fog
21. Hail Stone
22. Beneficial Competition
23. Early Rainout
24. Chaotic
25. Theory/ Experiment
26. Observation/ Experiment
27. Workman
28. Rangno and Hobbs
29. Climax I & II

منابع


۱. امیر یزدانی، فرشید و همکاران (۱۳۸۲). برنامه‌ی تعدیل آب و هوا با هدف افزایش بارش در ایران مرکزی: نتایج و دستاوردها. خلاصه‌ی مقالات یازدهمین کنفرانس ژئوفیزیک ایران. سازمان زمین‌شناسی کشور.

۲. امیدوار، کمال (۱۳۸۰). امکان سنجی باروری ابرها در ارتفاعات جنوبی کرمان. رساله‌ی دکتری جغرافیای طبیعی (گرایش اقلیم‌شناسی). دانشگاه تربیت مدرس.

۳. پاپلی یزدی، محمد حسین و جلالی، عباس (۱۳۷۸) آیین‌ها بارانخواهی در زمان خشکسالی‌ها، فصلنامه‌ی تحقیقات جغرافیایی. شماره‌های ۵۴ و ۵۵، صفحات ۲۱۱-۱۸۶.

۴. رضائی، رویا (۱۳۷۷) فرایند باروری ابر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد جغرافیای طبیعی. گرایش اقلیم‌شناسی. دانشگاه تربیت معلم.

۵. روزنامه‌ی همشهری. ۱۳۷۸. شماره‌های ۱۸۳۳، ۱۸۶۷ و ۱۸۸۷.

۶. سازمان هواشناسی کشور (۱۳۸۱). اصول و مبانی فیزیکی تعدیل آب و هوا، گزارش نهایی پروژه مطالعات مرتبط با تعدیل مصنوعی آب و هوا. گزارش دوم.

۷. سرداری، محمد علی (۱۳۷۴). بررسی آمار به‌دست آمده از عملیات باران‌زای مصنوعی در حوزه آبریز رودخانه‌های کرج و جاجرود. پایان‌نامه کارشناسی ارشد واشناسی. مؤسسه‌ی ژئوفیزیک دانشگاه تهران.

8. Ahrens,D. (1998). Essentials of Meteorology. Wadsworth publishing company. PP. 90& 114-131.

9. American Society of Civil Engineers (ASCE), (1995). Guidelines for cloud seeding to Augment Precipitation, Manual of Professional practice, no.81,145 P.

10. Barry, R. and R. Chorley (2003). Atmosphere, Weather and climate, Routledge. PP.15 & 86-90.

11. Ben-Ziv, A. (1997). Comments on "A new look at the Israeli cloud seeding experiments". J.Appl. Meteor. vol.36,pp.255-256.

12. Bruintjes, R.T., (1999). A review of cloud seeding experiments to enhance precipitation and some new prospects, Bull. Amr. Met. Soc. vol. 80, no. 5,pp. 805-820.

13. Dennis, A.S., and H.D. Orville, 1997. Comments on "A new look at the Israeli cloud seeding experiments", J. Appl. Meteor. vol. 36,pp.277-278.

14. Gagin, A., and J. Neumann, (1981). The second Israeli randomized

cloud seeding experiment: Evaluation of the results. J.Appl.Meteor.vol. 20,pp. 1301-1311.

15. Grant,L.O., (1996). Weather Modification, In: Encyclopedia of Climate and Weather, Edited by: Schneider, S.H., Oxford university press, PP. 839-841.

16. Legates, D.R., (1996). Condensation, In: Encyclopedia of climate and Weather. Edited by: Schnider, S.H. Oxford univesity press. PP.184-186.

17. Manuel,D. (1996), Climate and Weather; History of study. In: Encyclopedia of limate and Weather. Edited by: Schneider, S.H. Oxford university press. PP.129-131.

18. National Academy of Science (NAS), (2003). Critical Issues in weather Modification research, National Academies Press, Washington, D,C., 130p.

19. Orville, H.D. (2003), Weather Modification, In: Handbook of weather, climate and water; dynamics, climate, physical meterology, weather systems and measurements. Edited by T.D.Potter and R.C. Bradley. John wiley & sons. PP. 433-452.

20. Rangno, A.L., and P.V. Hobbs, (1987). A reevaluation of the Climax cloud seeding experiments using NOAA published data. J. Climate Appl. Meteor. vol.26. pp. 757-762.

21. Rangno. A.L., and P.V. Hobbs (1993). Further analyses of the Climax cloud seeding experiments, J. Appl. Meteor. vol. 32. pp. 1837-1847.

22. Rangno, A.L., and P.V.Hobbs, (1995). A new look at the Israeli cloud sending experiments". J.Appl. Meteor. vol.34.pp.1169-1193.

23. Robinson, P. and Hendersen-sellers, A., (1999). Contemporary Climatology. longman. PP. 77-80.

24. Rosenfeld, D., (1997). Comments on "A new look at the israeli cloud seeding experiments". J.Appl. Meteor. vol.36.pp.260-271.

25. Ryan, B.F., and king, W.D., (1997). A critical review of the Australian experience in cloud seeding, Bull.Amr.Met.Soc. vol. 78. no, 2. pp.230-254.

26. Schaefer, V.J. and S.J. Ghan, (1996). Cloud seeding: History perspective and processes, In: Encyclopedia of climate and weather, Edited by: Schneider. S.H., Oxford university press. PP.173-175.

27. Tarbuck and lutgens, (1998). The Atmosphere. Prentice hall., PP.102-134.

28. Thompson, R.D.,(1998). Atomspheric processes and systems. Routledge. PP. 74-84.

29. Wallace, M. and P.V., Hobbs, (1977). Atmospheric science: An introductory survey. Academic press. PP. 265-273.

30. Woodley, W.L., (1997). Comments on "A new look at the Israeli cloud seeding experiments", J.Appl.Meteor.vol.36.pp.250-252.

31. Young, K.C. (1996). Weather Modification-A theoretician's viewpoint. Bull.Amr.Met.Soc.vol.77. no.11. pp.2701-2710.

32. www.britannica.com/.../ocliwea 115a4.html.

33..www.geog.ucsb.edu

دفتر انتشارات کمک آموزشی

## آشنایی با مجله های رشد

مجله های رشد توسط دفتر انتشارات کمک آموزشی سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی وابسته به وزارت آموزش و پرورش تهیه و منتشر می شوند:

**مجلات دانش آموزی** (به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می شوند)

- رشد کودک (برای دانش آموزان آمادگی و پایهٔ اول دورهٔ ابتدایی)
- رشد نوآموز (برای دانش آموزان پایه های دوم و سوم دورهٔ ابتدایی)
- رشد دانش آموز (برای دانش آموزان پایه های چهارم و پنجم دورهٔ ابتدایی)
- رشد نوجوان (برای دانش آموزان دورهٔ راهنمایی تحصیلی).
- رشد جوان (برای دانش آموزان دورهٔ متوسطه).

**مجلات عمومی** (به صورت ماهنامه و ۸ شماره در هر سال تحصیلی منتشر می شوند)

- رشد معلم، رشد آموزش ابتدایی، رشد آموزش راهنمایی تحصیلی، رشد تکنولوژی آموزشی، رشد مدرسه فردا، رشد مدیریت مدرسه،

**مجلات تخصصی** (به صورت فصلنامه و ۴ شماره در سال منتشر می شوند)

- رشد برهان راهنمایی (مجله ریاضی برای دانش آموزان دورهٔ راهنمایی تحصیلی)، رشد برهان متوسطه (مجله ریاضی برای دانش آموزان دورهٔ متوسطه)، رشد آموزش تاریخ، رشد آموزش تربیت بدنی، رشد آموزش جغرافیا، رشد آموزش ریاضی، رشد آموزش زبان، رشد آموزش زبان و ادب فارسی، رشد آموزش زمین شناسی، رشد آموزش زیست شناسی، رشد آموزش شیمی، رشد آموزش علوم اجتماعی، رشد آموزش فیزیک، رشد آموزش قرآن، رشد آموزش معارف اسلامی، رشد آموزش هنر، رشد آموزش فنی و حرفه ای، رشد مشاور مدرسه

مجلات رشد عمومی و تخصصی برای آموزگاران، معلمان، دبیران، مدیران و کادر اجرایی مدارس، دانشجویان مراکز تربیت معلم و رشته های دبیری دانشگاه ها و کارشناسان تعلیم و تربیت تهیه و منتشر می شوند.

- نشانی: تهران، خیابان ایرانشهر شمالی ـ ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش ـ پلاک ۲۶۸ ـ دفتر انتشارات کمک آموزشی
- تلفن و نمابر ۸۸۳۰۱۴۷۸

برگ اشتراک مجله‌های رشد

**شرایط:**

۱ـ واریز مبلغ ۲۰/۰۰۰ ریال به ازای هر عنوان مجله درخواستی، به صورت علی‌الحساب به حساب شمارهٔ ۳۹۶۶۲۰۰۰ بانک تجارت شعبه سه راه آزمایش (سرخه حصار) کد ۳۹۵ در وجه شرکت افست

۲ـ ارسال اصل رسید بانکی به همراه برگ تکمیل شده اشتراک

- **نام مجله :** .....
- **نام و نام خانوادگی:** .....
- **تاریخ تولد:** .....
- **میزان تحصیلات:** .....
- **تلفن:** .....
- **نشانی کامل پستی:**

استان: ..... شهرستان: .....

خیابان: .....

.....

پلاک: ..... کدپستی: .....

- **مبلغ واریز شده:** .....
- **شماره و تاریخ رسید بانکی:** .....
- **آیا مایل به دریافت مجله درخواستی به صورت پست پیشتاز هستید؟ بله ☐ خیر ☐**

**امضا:**

**نشانی: تهران ـ صندوق پستی مشترکین ۱۱۱-۱۶۵۹۵**

**نشانی اینترنتی:** www.roshdmag.org

**پست الکترونیک:** Email:info@roshdmag.org

**امور مشترکین:** ۷۷۳۳۶۶۵۶ـ۷۷۳۳۹۷۱۳ـ۱۴

**پیام‌گیر مجلات رشد:** ۸۸۳۰۱۴۸۲ـ۸۸۸۳۹۲۳۲

**یادآوری:**

- هزینه برگشت مجله در صورت خوانا و کامل نبودن نشانی، بر عهده مشترک است.
- مبنای شروع اشتراک مجله از زمان وصول برگ اشتراک می‌باشد.
- برای هر عنوان مجله برگ اشتراک جداگانه تکمیل و ارسال کنید (تصویر برگ اشتراک نیز مورد قبول است)


# آشنایی با منابع و مآخذ اینترنتی جغرافیا


**یوسف قویدل رحیمی**

کارشناس ارشد جغرافیای طبیعی (اقلیم در برنامه‌ریزی محیطی)



**چکیده**

در این نوشته، ضمن اشاره به اهمیت اینترنت در تحقیقات جغرافیایی، برخی از سایت‌های جالب جغرافیایی انگلیسی و فارسی، برای استفاده‌ی علاقه‌مندان از شاخه‌های گوناگون دانش جغرافیا، معرفی شده‌اند. معرفی و نحوه‌ی استفاده از دو پایگاه بزرگ مجلات الکترونیکی "EBSCO" و "SCIENCEDIRECT" که از سایت بیش‌تر دانشگاه‌های ایران قابل دستیابی هستند و همچنین، فهرست موضوعی مجلات جغرافیایی این پایگاه‌ها از دیگر موارد مندرج در نوشته‌ی حاضرند.


**مقدمه**

با اختراع رایانه در سال ۱۹۴۸ و اینترنت در سال ۱۹۶۸، دنیا موج تازه‌ای از تمدن را دنبال کرد. اختراعات یاد شده موجب شدند که تحولاتی درعرصه‌ی تولید، توزیع و توسعه‌ی دانش ایجاد شود. این امر تا جایی پیش رفت که امروزه استادان، محققان و دانشجویان برای رفع نیازهایشان، نمی‌توانند خود را تنها به چارچوب کلاس درس و کتاب محدود کنند. در نظام‌های آموزشی مدرن، فناوری اطلاعات، به ویژه منابع جدید الکترونیک، نقش

بسیار مهم و مؤثری بازی می‌کنند. بعد از ظهور اینترنت، دنیای علم وارد عصر جدیدی شده است که از آن با عنوان «عصر اطلاعات» یاد می‌شود. بخش وسیعی از اطلاعات روزمره‌ای که در بخش‌های گوناگون ادارات، سازمان‌ها (دولتی، خصوصی و بین‌المللی) به کار برده می‌شود، اطلاعات جغرافیایی است. فناوری اطلاعات جغرافیایی، از مهم‌ترین و کاربردی‌ترین بخش‌های فناوری اطلاعات به شمار می‌رود. امروزه اطلاعات جغرافیایی، از اساسی‌ترین و کاربردی‌ترین ملزومات در برنامه‌ریزی و مدیریت سرزمین برای توسعه‌ی پایدار محسوب می‌شود.

پایگاه‌های اینترنتی، از منابع اصلی و اساسی فناوری اطلاعات جغرافیایی هستند. "Web Geography" از مفاهیم جغرافیای مدرن است که درباره‌ی فناوری اطلاعات جغرافیایی، منابع اینترنتی جغرافیایی و نقش و اهمیت آن‌ها در سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری‌های مرتبط با فضای جغرافیایی در مقیاس‌های گوناگون فضایی بحث می‌کند.

این نوشته کوششی است در جهت معرفی مجلات و وبلاگ‌های معتبر و غنی جغرافیا در اینترنت (به عنوان مهم‌ترین نوع فناوری اطلاعات جغرافیایی). معرفی چندین وب‌سایت جالب و غنی جغرافیایی، برای بهینه‌سازی و به روزرسانی اطلاعات محققان جغرافیا نیز از دیگر هدف‌های نوشته‌ی حاضر است.

## ۱. معرفی چند وب‌سایت جغرافیایی

WWW. WebCartography.Com

شما را به دنیای نقشه‌کشی و نقشه‌برداری و همه‌ی مباحث و پیشرفت‌های اخیر کارتوگرافی می‌برد و راه و رسم استفاده از منابع کارتوگرافیکی موجود در اینترنت را به زبانی بسیار ساده، به شما می‌آموزد.

WWW.WebGIS.Com

مختص سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی است و در آن می‌توانید، جدیدترین نرم‌افزارهای عرضه شده و اخبار و اطلاعات راجع به GIS را دریافت کنید. همچنین، در این سایت برخی از نرم‌افزارهای رایگان GIS و مدل‌های رقومی زمین موجود و قابل دانلود کردن هستند.

WWW.Pastimes.Com

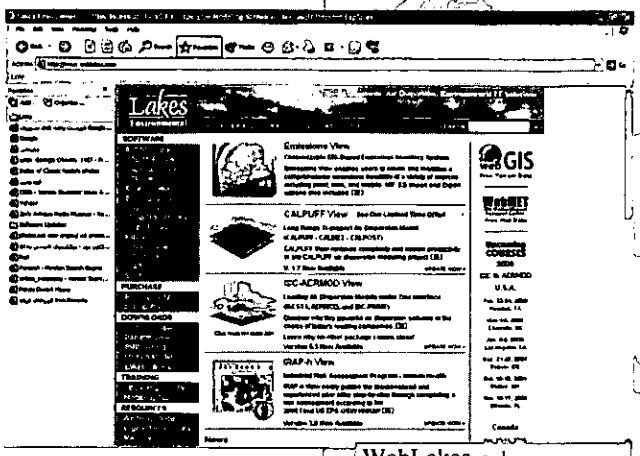
شامل تصویرهای ماهواره‌ای جالبی از ایران و کل دنیاست.

WWW.WebMet.Com

به منظور آگاهی یافتن از شرایط هواشناسی بخش‌های گوناگون کره‌ی زمین، اخذ نقشه‌های هواشناسی موجود، آگاهی از پیش‌بینی‌های اقلیمی، دانلود نرم‌افزارهای هواشناسی و غیره می‌توان از آن استفاده کرد.

WWW.WebLakes.Com

مخصوص لود برنامه‌های جغرافیا و اقلیم‌شناسی، با تأکید بر ابعاد زیست‌محیطی و اکوژئوگرافیکی است.




هوم پیج وب سایت WebLakes

WWW.GeographyNews.Com

اخبار و اطلاعات مربوط به دانش جغرافیا به ویژه فراخوان‌ها و اعلان‌های مربوط به سمینارها و کنفرانس‌های جغرافیایی را ارائه می‌دهد.

WWW.CyberGeography.Org

مباحث و مقالاتی راجع به جغرافیا با تأکید و محوریت بین دانشی (اینتر دیسیپلینی) و برخی لینک‌های معتبر و بسیار جالبی که شما را به وجد خواهند آورد، در این سایت قابل دستیابی هستند.

WWW.Geographyonline.Co.Uk

شما را به دنیای جغرافیدانان انگلوساکسون می‌برد و با اخبار و اطلاعات آن، خصوصاً مجلات و نرم‌افزارهای جدید جغرافیایی آشنا خواهد کرد. این سایت نیز دارای لینک‌های جالب علوم زمینی است.

WWW.GeographyArena.com

مجلات جغرافیایی بسیار غنی و جالبی را برای فروش ارائه کرده است. برخی از شماره‌های نمونه‌ی این مجلات جغرافیایی رایگان و قابل دانلود هستند.

WWW.Hydrology.ir.com

برخی از برنامه‌های مفید در زمینه‌ی هیدرولوژی کاربردی مانند "SMADA" در محیط ویندوز و برنامه‌های جرم مضاعف، توزیع گامبل و دیگر برنامه‌ها در محیط برنامه‌نویسی "BASICA" در این سایت به صورت رایگان ارائه شده‌اند و قابل دانلود هستند.

http://www.geog.ouc.bc.ca/physgeog/

درباره‌ی جغرافیای زیستی، ژئومرفولوژی و آب‌شناسی اطلاعات ارزشمندی در اختیار شما قرار می‌دهد.

http://www.uwsp.edu/geo/

سایت‌های مرتبط با جغرافیای طبیعی را معرفی می‌کند.

http://geography.about.com/cs/physicalgeography١/

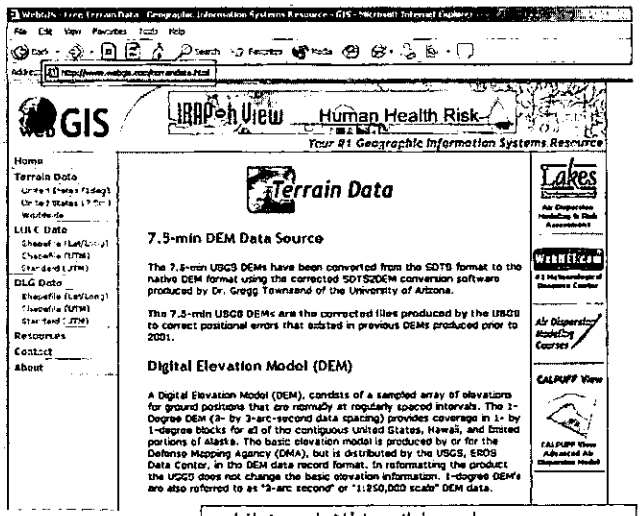
مطالبی در مورد جغرافیای زیستی، گیاهان، و آب و هوا عرضه می‌دارد.

htt://www.library.uu.nl/geosource/

منابع اینترنتی راجع به جغرافیای انسانی، جغرافیای طبیعی، محیط‌زیست را معرفی می‌کند.

http://www.geog.buffalo.edu/

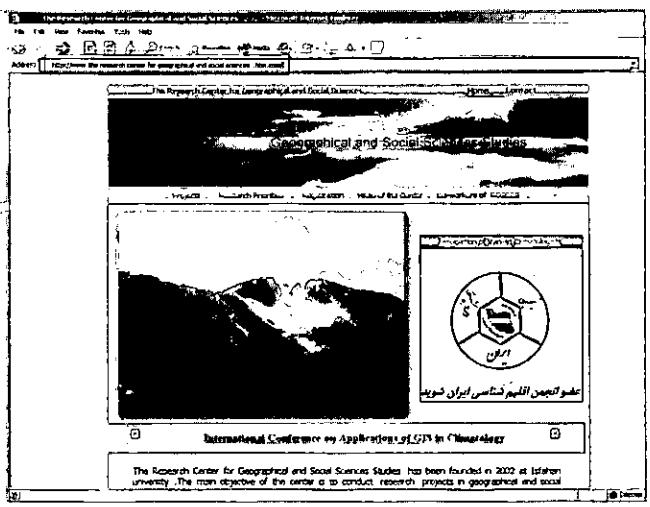
دوره‌های آموزشی الکترونیکی کوتاه‌مدت راجع به جغرافیای طبیعی را ارائه می‌دهد.




هوم پیج وب سایت سامانه ی اطلاعات جغرافیایی

http://www.geography.learnontheinternet.co.uk

چگونگی استفاده از اینترنت و دستیابی به منابع جغرافیایی در اینترنت را به جغرافیدانان آموزش داده است.




http://www.earthwatchers.org/

وب‌سایتی است عمومی برای علوم جغرافیایی.

http://www.cloudysky.ir/main_data/all.php

وب‌سایتی است جالب و تخصصی برای علوم آب و هواشناسی مشتمل بر آمار و اطلاعات جوی.

http://soilerosion.net/

مطالب آن مشتمل است بر اطلاعات جالبی در مورد فرسایش و مدل‌های مطالعه‌ی فرسایش برای نواحی متفاوت اقلیمی.

http://www.geography.wisc.edu/resources/phys.html

تصویرها، پایگاه‌ها، داده‌ها و اطلاعاتی راجع به جغرافیای زیستی در این سایت ارائه شده‌اند.

## ۲. منابع جغرافیایی اینترنت در وب‌سایت‌های دانشگاهی ایران

از میان وب‌سایت‌های موجود، دو پایگاه اطلاعاتی EBSCO (از زیر بخش‌های Daneshyar و SCIENCEDIRECT) که از سایت اکثر دانشگاه‌های ایران قابل دستیابی هستند، برای آشنایی جغرافیدانان ایرانی انتخاب و معرفی می‌شوند.

### ۱ـ۲. بخش EBSCO در پایگاه وسیع اطلاعاتی دانشیار

### ۱ـ۱ـ۲. نحوه‌ی ورود به پایگاه و استفاده از مقالات مجلات آن

پس از ورود به سایت دانشگاه، به لینک منابع الکترونیکی دانشگاه و پس از آن به پایگاه اطلاعاتی «دانشیار» وارد می‌شویم و از آن‌جا مربع زرد رنگ اولی را که متعلق است به پایگاه اطلاعاتی EBSCO، انتخاب می‌کنیم تا پنجره‌ی بعدی باز شود. از پنجره‌ی جدید، گزینه‌ی اول را که عبارت است از: Academic Search fulltext Premier، برمی‌گزینیم تا پنجره‌ی دیگری پدیدار شود.

هنگامی که پنجره‌ی باز شد، ابتدا باید جعبه‌ی «فول تکست» را تیک بزنیم و سپس در جعبه‌ی جست‌وجو، نام نشریه‌ی موردنظر یا واژه‌های جست‌وجوگر را وارد کنیم. ماشین جست‌وجوگر مطالب و مقالات موردنظر را پیدا و فهرست‌بندی می‌کند. نمی‌توان مقالات پیدا شده را مستقیماً ذخیره کرد. بنابراین، اول باید فایل‌ها را باز کنیم. پس از آن که فایل‌ها کاملاً باز شدند، می‌توان آن‌ها را با فرمت PDF ذخیره کرد. فهرست و مشخصات مجلات جغرافیایی موجود در پایگاه اطلاعاتی EBSCO در جدول ۱ نشان داده شده‌اند.

### ۲ـ۲. پایگاه مجلات جغرافیایی SCIENCEDIRECT

این پایگاه دربرگیرنده‌ی مجلات منتشر شده از سوی گروه «الزیویر» است. مجلات جغرافیایی آن را می‌توان از دو گروه علوم محیطی و علوم زمینی سیاره‌ای جست‌وجو کرد. دستیابی به مجلات موجود در پایگاه یاد شده به دو صورت راحت‌تر است: اگر به دنبال یک موضوع خاص بدون در نظر گرفتن مجله هستید، می‌توانید پس از ورود به homepage بخش مجلات را برگزینید و پس از تایپ کردن کلمات کلیدی در «جست‌وجوی

سریع»، در قسمت بغلی آن بخش کل مجلات (All Journals) را انتخاب و جست‌وجو را آغاز کنید.

روش دوم که بیش‌تر به منظور مرور و اخذ مقاله از مجلات خاصی انجام می‌گیرد، با انتخاب یکی از دو گروه علوم محیطی یا علوم زمینی و سیاره‌ای از بخش موضوعی مجلات، انجام می‌گیرد. پس از انتخاب گروه موضوعی، می‌توان مجلات دلخواه را با توجه به ترتیب الفبایی که به مرور در برابر دیدگان قرار می‌گیرند، برگزید. پس از ورود به مجله‌ی دلخواه، می‌توان مقالات را به ترتیب شماره یا با استفاده از کلمات کلیدی جست‌وجوگر مرور یا ذخیره کرد.

ول ۱ . فهرست موضوعی و مشخصات مجلات جغرافیایی موجود در پایگاه اطلاعاتی EBSCO

| نام مجله | موضوع | ناشر |
|---|---|---|
| African Studies | جغرافیای انسانی ـ اکولوژی انسانی | Taylor & Francis |
| Annals of the Association of American | علوم جغرافیایی و محیطی | Association of American Geographer |
| Annals of Tourism Resear | جغرافیای توریسم | Elsevier Science |
| Antipode | جغرافیای سیاسی و انسانی | Blackwell Publishing Ltd |
| Applied Geography | جغرافیای کاربردی ـ آمایش سرزمین | Elsevier Science |
| Aquatic Sciences-Research Across | جغرافیای طبیعی | Birkher Verlag AG |
| Area | جغرافیای انسانی ـ اکولوژی انسانی | Blackwell Publishing Ltd |
| Asia Pacific Journal of Tourism | جغرافیای توریسم | Rutledge |
| Australian Geographer | علوم جغرافیایی | Taylor & Francis |
| Bulletin of the AMS | علوم اقلیم‌شناسی | AMS |
| Business Strategy and the Envir | علوم محیطی | John Wiley & Sons |
| The Cartographic Journa | جغرافیای ریاضی ـ کارتوگرافی | Maney Publishing |
| Cold Regions Science and Tech | جغرافیای طبیعی | Elsevier Science |
| Continental Shelf Researc | اقیانوس‌شناسی | Elsevier Science |
| Cultural Geographies (Ecum | جغرافیای فرهنگی و اکولوژی انسانی | Arnold |
| Current Issues in Tourism | جغرافیای توریسم و اوراق فراغت | Channel View |
| Deep Sea Research Part I: Oceanograp | اقیانوس‌شناسی | Elsevier Science |
| Democracy & Nature | علوم محیطی | Taylor & Francis |
| Dynamics of Atmospheres and | علوم جو و اقیانوس‌شناسی | Elsevier Science |
| Ecological Engineering | علوم محیطی | Elsevier Science |
| Earth Interactions | علوم جغرافیایی | AMS |
| Environmental Modeling and As | علوم محیطی | Kluwer Academic Publishers |
| Environmental Reviews | علوم محیطی | NRC Research Press |
| Environmental Science & Po | علوم محیطی | Elsevier Science |
| Environmetrics | علوم محیطی | John Wiley & Sons |
| Estuarine, Coastal and Shelf S | اقیانوس‌شناسی | Elsevier Science |
| Ethics and the Environme | علوم محیطی | Indiana University Press |
| European Environment | علوم محیطی | John Wiley & Sons |

| نام مجله | موضوع | ناشر |
|---|---|---|
| Gender, Place and Culture: A Journal of Feminist Geography | جغرافیای انسانی ـ اکولوژی انسانی | Taylor & Francis |
| Geodinamica Acta | جغرافیا ـ اوراق فراغت | Elsevier Science |
| Geoforum | جغرافیای انسانی و فلسفه‌ی جغرافیا | Elsevier Science |
| Geografiska Annaler, Series A: Physical Geography | جغرافیای طبیعی | Blackwell Publishing |
| Geografiska Annaler, Series B: Human Geography | جغرافیای انسانی | Blackwell Publishing |
| Geographical Analysis | علوم جغرافیایی | American Geographical Society |
| The Geographical Journal | علوم جغرافیایی | Blackwell Publishing |
| Geographical Review | علوم جغرافیایی | American Geographical Society |
| Geographical Systems | سیستم‌های جغرافیایی و جی‌آی‌اس | Taylor & Francis |
| Geoinformatica | سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی | Springer |
| The Global Atmosphere and Ocean System | علوم جو و اقیانوس‌شناسی | Taylor & Francis |
| Geopolitics | جغرافیای سیاسی | Frank Cass |
| Helgoland Marine Research | علوم اقیانوس‌شناسی | Springer-Verlag |
| Historical Research | جغرافیای تاریخی | Blackwell Publishing |
| Hydrogeology Journal | هیدرولوژی ـ جغرافیای طبیعی | Springer-Verlag |
| Hydrological Processes | هیدرولوژی ـ جغرافیای طبیعی | John Wiley & Sons |
| Hydrological Sciences Journal | هیدرولوژی ـ جغرافیای طبیعی | International Association of Hydrological Sciences |
| International Journal of Environment and Pollution | علوم محیطی | Inderscience Enterprises |
| Journal of Geographical Information Science | جغرافیا ـ سیستم اطلاعات جغرافیایی | Taylor & Francis |
| International Journal of GIS | جغرافیا ـ سیستم اطلاعات جغرافیایی | Taylor & Francis |
| International Journal of Remote Sensing | سنجش از دور | Taylor & Francis |
| International Research in Geographical & Environmental Education | آموزش جغرافیا و علوم محیطی | Channel View |
| Journal of Applied Meteorology | هواشناسی کاربردی | AMS |
| Journal of the Atmospheric Sciences | علوم جو | AMS |
| Journal of Climate | علوم اقلیم‌شناسی | AMS |
| Journal of Feminism Geography | جغرافیای فمینیستی | Taylor & Francis |
| Journal of Geography in Higher Education | آموزش جغرافیا در مقاطع تحصیلات تکمیلی | Taylor & Francis |

| نام مجله | موضوع | ناشر |
|---|---|---|
| Journal of Geographical Systems | سیستم‌های جغرافیایی | Springer-Verlag |
| Journal of Oceanography | اقیانوس‌شناسی | Springer Science |
| Journal of Physical Oceanography | اقیانوس‌شناسی | AMS |
| Limnology | دریاچه‌شناسی | Springer - Verlag Tokyo |
| Journal of Religion, Nature & the Environment | علوم محیطی | Springer-Verlag |
| Local Environment | علوم محیطی | Taylor & Francis |
| Monthly weather Review | علوم اقلیم‌شناسی | AMS |
| Natural Hazards | جغرافیای طبیعی | Springer Science |
| The Professional Geographer | علوم جغرافیایی | Blackwell |
| Progress in Human Geography | جغرافیای انسانی | Arnold |
| Journal of Hydrometeorology | علوم اقلیم‌شناسی | AMS |
| Progress in PhysicalGeography | جغرافیای طبیعی | Arnold |
| Philosophy & Geography | فلسفه‌ی جغرافیا | Carfax publishing |
| Tourism Geographies | جغرافیای توریستی | Rutledge |
| Theoretical and Applied Climatology | اقلیم‌شناسی نظری و کاربردی | Springer-Verlag |
| Transactions in GIS | سیستم اطلاعات جغرافیایی | Blackwell |
| Transactions of the Institute of British Geographers | علوم جغرافیایی | Blackwell |
| Weather and Forecasting | پیش‌بینی در علوم اقلیم‌شناسی | AMS |

| نام مجله | موضوع |
|---|---|
| Earth and Planetary Science Letters | علوم زمین |
| Earth-Science Reviwes | علوم زمین |
| Engineering Geology | زمین‌شناسی مهندسی |
| Engineering Structures | زمین‌شناسی مهندسی |
| Estuarine and Coastal Marine Science | سواحل و مصب‌ها |
| Estuarine, Coastal and Shelf Science | سواحل، مصب‌ها و فلات |
| Geochimica et Cosmochimica Acta | ژئوشیمی |
| Geoderma | خاک و زمین شناسی |
| Geodinamiica Acta | ژئودینامیک |
| Geomorphology | ژئومورفولوژی |
| Geothermics | زمین گرمایی |
| Global and Planetary Change | تغییرات جهانی و بلایای طبیعی |
| Gondwana Research | علوم زمین |
| ICES Journal of Marine Science | جغرافیای آب |
| International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation | کاربرد رایانه در علوم زمین |
| International Journal of Soil Dynamics and Earthquake Engineering | مهندسی خاک و پی و زلزله |
| ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing | فتوگرامتری و سنجش از دور |
| Journal of African Earth Sciences | علوم زمین |
| Journal of Applied Geophysics | ژئوفیزیک |
| Journal of Arid Environments | جغرافیای مناطق خشک |
| Journal of Asian Earth Sciences | علوم زمین |
| Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics | فیزیک جو |
| Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics | فیزیک جو |
| Journal of Contaminant Hydrology | آلودگی آب |
| Journal of Geodynamics | ژئودینامیک |
| Journal of Hydrology | هیدرولوژی |
| Journal of Marine Systems | سامانه های دریایی |
| Journal of South American Earth Sciences | علوم زمین |

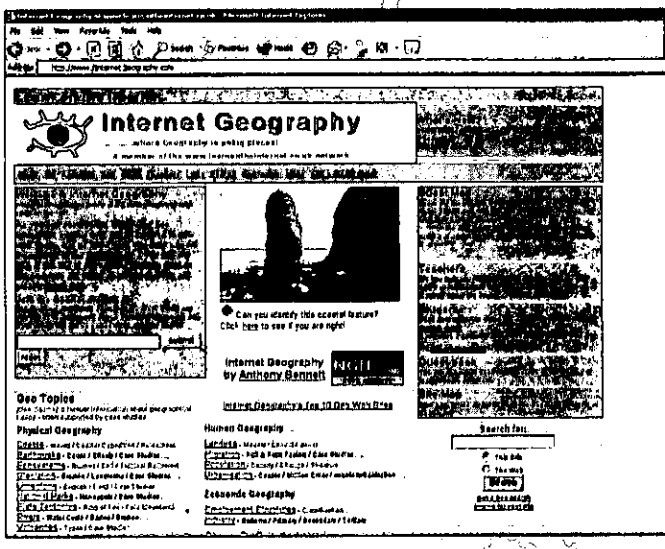
جدول ۲ . عنوان‌های مجلات و فهرست موضوعی مجلات گروه علوم‌زمینی و سیاره‌ای در پایگاه SCIENCEDIRECT

| نام مجله | موضوع |
|---|---|
| Advances in Space Research | نجوم و جغرافیای ریاضی |
| Advances in Water Resources | هیدرولوژی و منابع آب |
| Agricultural and Forest Meteorology | هواشناسی کشاورزی و جنگل |
| Agricultural Meteorology | هواشناسی کشاورزی |
| Applied Geochemistry | ژئوشیمی کاربردی |
| Atmospheric Environment.Part A. General Topics | محیط زیست جوی |
| Atmospheric Environment. Part B. Urban Atmosphere | محیط جوی در شهرها |
| Atmospheric Research | علوم جوی |
| Atmospheric Science Letters | علوم جوی |
| CATENA | علوم خاک شناسی |
| Chemical Geology | ژئوشیمی |
| Chemical Geology: Isotope Geosciences section | ژئوشیمی |
| Chemie der Erde-Geochemistry | ژئوشیمی |
| Climate Policy | تغییر اقلیم |
| Cold Regions Science and Technology | مناطق سرد-سیر |
| Comptes Rendus Geoscience | علوم زمین |
| Computers & Geosciences | علوم زمین |
| Computers and Geotechnics | رایانه و علوم زمین |
| Continental Shelf Research | فلات قاره |
| Cretaceous Research | زمین شناسی کرتاسه |
| Deep Sea Research | مناطق عمیق دریاها |
| Deep Sea Research and Oceanographic Abstracts | اقیانوس شناسی و جغرافیای آب |
| Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers | اقیانوس شناسی |
| Deep Sea Research Part B: Oceanographic Literature Review | اقیانوس شناسی |
| Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers | اقیانوس شناسی |
| Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography | اقیانوس شناسی |
| Dendrochronologia | دندروکرونولوژی |
| Dynamics of Atmospheres and Oceans | علوم جوی و اقیانوسی |

همان گونه که بیان شد، پایگاه مجلات الکترونیکی "SCIENCEDIRECT" دارای دو گروه موضوعی مرتبط با جغرافیا به نام‌های علوم محیطی، و علوم زمینی و سیاره‌ای است که در جدول‌های ۲ عنوان‌های مجلات و موضوع آن درج شده‌اند.

**۳. برخی وب سایت‌های فارسی**

به تازگی، وب سایت‌های جغرافیایی و مربوط به جغرافیا (مانند سایت‌های قطره قطره، ایران ریورز دات کام، ایران هیدرولوژی و غیره که برخی مباحث و علاقه‌های مشترک با جغرافیا دارند) رو به فزونی گذاشته‌اند که این افزایش امری مبارک و ستوده است. از وب سایت‌های جالب و پرمحتوای ایرانی، می‌توان به وب سایت یا به عبارت بهتر، مجله‌ی الکترونیکی «پرشین ژئو» اشاره کرد که توسط آقای مهدی اشراقی تأسیس شده است و اداره می‌شود و مطالب بسیار مفیدی برای تمام اصحاب و ارباب جغرافیا دارد.




سایت «فضای جغرافیایی» که توسط عضو فعال گروه جغرافیای دانشگاه سیستان و بلوچستان، آقای دکتر محمود خسروی تأسیس شده است و اداره می‌شود، از دیگر سایت‌های جالب ایرانی به شمار می‌رود. این سایت حاوی مطالب متعدد جغرافیایی و غیرجغرافیایی جالب است. علاقه‌مندان به شرکت در آزمون کارشناسی ارشد جغرافیا و افرادی که مایلند در زمینه‌ی سنجش از دور و «جی آی اس» آموزش ببینند یا اطلاعات مفیدی کسب کنند، این سایت را بسیار مطلوب خواهند یافت.

از دیگر سایت‌های جالب فارسی زبان، می‌توان از سایت «آموزش جغرافیا در ایران» نام برد که توسط آقای دکتر مهدی چوبینه تأسیس شده است و اداره می‌شود و شامل مطالب و لینک‌های جالبی به ویژه برای دبیران محترم جغرافیاست. همچنین، می‌توان به سایت «انجمن اقلیم شناسی ایران» اشاره کرد که توسط عضو فعال گروه جغرافیایی دانشگاه اصفهان، آقای دکتر مسعودیان اداره می‌شود و در آن وعده‌ی ایجاد اولین مجله‌ی الکترونیک اقلیم شناسی ایران در آینده‌ی نزدیک داده شده است. علاقه‌مندان به عضویت در انجمن اقلیم شناسی ایران می‌توانند برای عضویت، به سایت یاد شده مراجعه کنند و با پر کردن فرم‌های مخصوص ثبت نام، عضو این انجمن شوند. در وب سایت انجمن اقلیم شناسی ایران، تعدادی مقالات اقلیم شناسی فارسی و انگلیسی از ایران و نیز ترجمه‌هایی از مسائل و پیشرفت‌های اقلیم شناسی که از مجلات معتبر اقلیم شناسی دنیا برگرفته شده‌اند، برای استفاده‌ی عموم موجود و قابل دانلود کردن هستند.

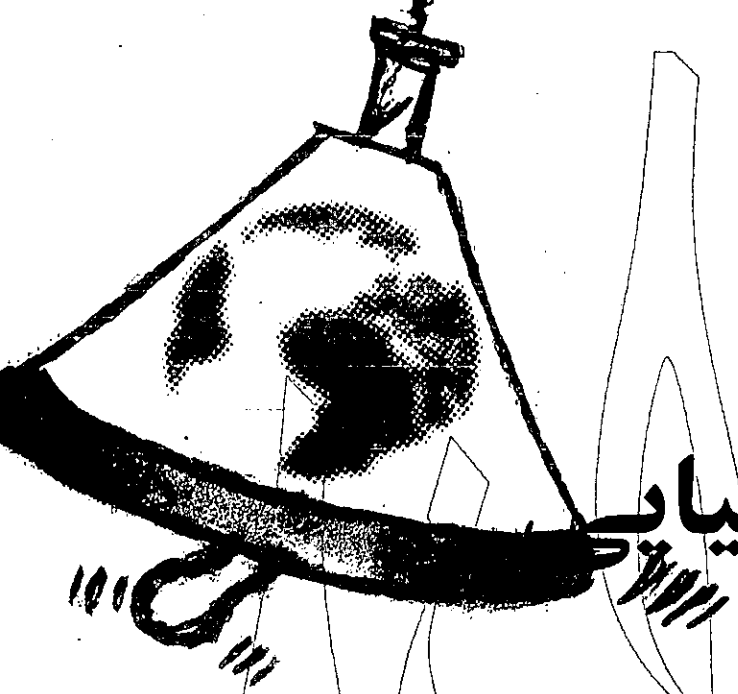
**بحث و نتیجه گیری**

به علت فزونی یافتن نیاز متخصصان علوم گوناگون به تحلیل‌های فضایی از محیط و مسائل عصر نو مانند تغییرات اقلیمی، جغرافیا با مجهز شدن به فناوری‌های نوین اطلاعاتی و استفاده از امکانات سخت‌افزاری دقیق و پیشرفته توانسته است، جایگاه والایی را به عنوان یک علم روزآمد و کاربردی برای خود دست و پا کند.

مروری بر مطالب موجود و نحوه‌ی استفاده از منابع علمی اینترنتی جغرافیایی در مقایسه با وضعیت سنتی جمع‌آوری و تحلیل داده‌های تحقیقاتی، مبین تغییرات کمی و کیفی بسیار شگرفی در نتیجه‌های مطالعات تحقیقی و کاربردی شدن آن‌هاست. وجود امکانات سخت‌افزای و نرم‌افزاری پیشرفته و نوین، ضمن بالا بردن کیفیت تحقیقات جغرافیایی، روش‌های تحقیق و جست‌وجوی مطالب را به صورت غیرقابل تصوری تغییر داده است. به طوری که امروزه، تصور دست یافتن به دانش جغرافیا بدون استفاده از فناوری اطلاعاتی، بعید و غیرممکن می‌نماید. این امر روندی است که از زمان پیدایش و اختراع رایانه در سال ۱۹۴۸ شروع شد و در سال ۱۹۶۸ با به وجود آمدن شبکه‌ی جهانی اینترنت، عصر جدید را تحت عنوان «عصر ارتباطات» به وجود آورد.

تداوم روند ارتباطات جهانی، مفهوم فاصله‌ی جغرافیایی را تحت تأثیر خود قرار داده و آن را دگرگون کرده است، اما با این حال، نه تنها تحلیل فضای جغرافیایی اعتبارش را از دست نداده، بلکه بر اعتبار خود نیز افزوده است. به همین علت، با پیشرفت علوم و فنون، دانش جغرافیا نیز پا به پای آن پیشرفت کرده است، تا جایی که امروزه دانش جغرافیا از علوم مفید و راهبردی محسوب می‌شود و بسیاری از متخصصان علوم مجاور و یا غیروابسته، بدون استفاده از فناوری‌های جغرافیایی نمی‌توانند، به درستی برنامه‌ریزی و یا سیاستگذاری و تصمیم‌گیری کنند.

با استفاده از امکاناتی که فناوری‌های مرتبط با اطلاعات جغرافیایی در دسترس جغرافیدانان ایرانی قرار داده است، این امیدواری وجود دارد که انتقال دانش پیشرفته‌ی جغرافیا از دنیای پیشرفته به مملکت ما، سرعت و دقت بیش‌تری بیابد. نمونه‌ی چنین حرکت شتابنده‌ای، ظهور تدریجی سایت‌های اینترنتی جغرافیایی یا مرتبط با جغرافیا در کشور است که نقش مهمی در گسترش و آموزش جغرافیای نوین در کشور ایفا خواهد کرد.



# اخبار جغرافیایی

**کورش امیری‌نیا**
گروه جغرافیا ـ دفتر برنامه‌ریزی و تألیف

## انتشار خبرنامه

نهمین شماره‌ی نشریه‌ی اطلاع‌رسانی «انجمن جغرافیایی ایران» منتشر شد. در این شماره، مطالبی را با این عنوان‌ها می‌خوانیم: راز ماندگاری، انتخابات و شکل‌گیری ساختار جدید انجمن جغرافیایی ایران، دیدار اعضای انجمن با دکتر قالیباف، راه‌اندازی وب‌سایت انجمن جغرافیایی ایران، فهرست برخی از همایش‌های بین‌المللی جغرافیا ۲۰۰۶، فهرست سایت‌های جغرافیایی، تازه‌های کتاب‌های جغرافیایی، و...

## انتشار نشریه‌ی سفیر

ششمین شماره از سال سوم انتشار نشریه‌ی علمی و فرهنگی «سفیر»، نشریه‌ی هسته‌ی علمی جغرافیای بسیج دانشجویی دانشگاه زنجان، منتشر شد. در این شماره مطالب زیر درج شده‌اند:

تأثیرات داروینیسم بر جغرافیدانان اکولوژیست و رادیکال، تفکرات التقاطی و محیط‌های مجازی، جغرافیا از زبان دهخدا، برنامه‌ریزی منطقه‌ای، پاسخ به ۵ سؤال در مورد توسعه، همه‌ی هستی ملت ایران، تعدیل اقلیمی، مصاحبه با چهره‌ی ماندگار جغرافیا، بررسی علل رکود توریسم در سال‌های اخیر، و یادی از دکتر حسین شکویی.

«رشد آموزش جغرافیا» توفیق همکاران دست‌اندرکار این نشریه را از خداوند منان خواهان است.

## انتشار نشریه‌ی چشم‌انداز زنده‌رود

هیجدهمین شماره از سال هفتم انتشار نشریه‌ی آموزشی، تحلیلی و اطلاع‌رسانی «گروه آموزشی جغرافیای ناحیه‌ی ۲ اداره‌ی آموزش و پرورش اصفهان» منتشر شد. در این شماره، مطالب زیر درج شده‌اند:

کاترینا، GPS چیست؟، تاریخچه‌ی تشکیل اتحادیه‌ی اروپا، بررسی مشکلات زیست‌محیطی زاینده‌رود، سدهای خاکی، راه‌های مبارزه با آلودگی هوا، کارکردگرایی در جغرافیا، آشنایی با GIS و کاربردهای آن، ایسلند هم‌تراز با آتش، زباله‌ها و روش دفع آن‌ها، عظیم‌ترین پل معلق ایران، بلندمرتبه‌سازی در حاشیه‌ی زاینده‌رود، و یادی از دکتر حسین شکویی.

«رشد آموزش جغرافیا» توفیق همکاران دست‌اندرکار این نشریه را از خداوند منان خواهان است.

## فعالیت‌های گروه آموزشی جغرافیای ناحیه‌ی ۲ آموزش و پرورش اصفهان

گروه آموزشی جغرافیای ناحیه‌ی ۲ آموزش و پرورش اصفهان، در راستای فعالیت‌های آموزشی پژوهشی در چهار ماهه‌ی اول سال

تحصیلی ۸۵ـ۸۴، فعالیت‌هایی به شرح زیر داشته است:

۱. برگزاری دوره‌ی ۴۰ ساعته‌ی ضمن خدمت، با عنوان «طراحی و ارزشیابی سؤالات امتحانی جغرافیا».

۲. برگزاری دو جلسه‌ی مجمع عمومی در ماه‌های مهر و آذر که با سخنرانی استاد ناخدا یکم شاپوری درباره‌ی «مرزهای دریایی» و سرکار خانم دکتر عطیه‌السادات صابری در خصوص «نواحی اقتصادی و اهمیت آن‌ها» همراه بوده است.

۳. بازدید از مرکز سازمان هواشناسی و ازون‌سنجی در تاریخ ۸ دی‌ماه ۱۳۸۴.

۴. تهیه و تنظیم مقالات شماره‌ی ۱۸ نشریه‌ی چشم‌انداز زنده‌رود.

**بازدید اعضای انجمن علمی آموزشی معلمان جغرافیای استان یزد از سد زاینده‌رود و دریاچه‌ی بختگان**

تعدادی از اعضای «انجمن علمی آموزشی معلمان جغرافیای استان یزد»، به همت این انجمن، طی دو سفر دو روزه، در روزهای ۱۸ و ۱۹ خردادماه ۸۴ از سد زاینده‌رود و روستای ابیانه در استان اصفهان، و در روزهای ۲۹ و ۳۰ دیماه ۸۴ از دریاچه‌ی بختگان واقع در استان فارس بازدید کردند.

**برگزاری کارگاه آموزشی جغرافیا**

«گروه جغرافیای استان سیستان و بلوچستان»، در راستای اجرای برنامه‌ی عملیاتی سالانه‌ی خود و با هدف دانش‌افزایی دبیران جغرافیای استان، کارگاه آموزشی یک روزه‌ای در تاریخ ۱۵ دی‌ماه ۸۴ در شهر زاهدان برگزار کرد. در این کارگاه که با حضور دو تن از استادان گروه جغرافیای «دفتر برنامه‌ریزی و تألیف کتب درسی»، جناب آقای دکتر مهدی چوبینه و سرکار خانم دکتر شوکت مقیمی، و با شرکت سرگروه‌های آموزشی مناطق سی‌گانه‌ی استان و دبیران جغرافیای شهر زاهدان تشکیل شد، موضوعات زیر مورد بحث و بررسی قرار گرفتند:

- رویکردهای جدید در آموزش جغرافیا
- روش‌های فعال تدریس در جغرافیا
- بررسی کتاب‌های جغرافیای متوسطه و پیش‌دانشگاهی

در پایان نیز جلسه‌ی پرسش و پاسخ برگزار شد.

**برگزاری همایش یک روزه‌ی آموزش جغرافیا**

«انجمن معلمان جغرافیای استان سیستان و بلوچستان»، با هدف دانش‌افزایی و ارتقای سطح علمی اعضای خود، همایش یک‌روزه‌ای در تاریخ ۱۶ دی‌ماه ۸۴، در محل خانه‌ی معلم زاهدان و با شرکت بیش از ۴۰ نفر از اعضا برگزار کرد. در این همایش، ابتدا خانم دکتر مقیمی پیرامون «نگرش سیستمی در جغرافیا» سخنانی ایراد کرد. سپس آقای دکتر چوبینه مقاله‌ای پیرامون «IT و نقش آن در آموزش جغرافیا» ارائه داد. در پایان نیز جلسه‌ی پرسش و پاسخ برگزار شد.

**یک مطلب کوتاه علمی**

**نقش اقلیم در مراکز آموزشی**

با توجه به اهمیت آموزش و نقش بی‌بدیل آب و هوا در میزان آسایش فیزیکی و روحی انسان، مطلب کوتاهی با عنوان «نقش اقلیم در مراکز آموزشی» به وسیله‌ی آقای **ابراهیم آبسالان**، دبیر محترم جغرافیای منطقه‌ی زرین‌آباد استان ایلام تهیه شده است که مطالعه‌ی آن را به همه‌ی دبیران و دانشجویان توصیه می‌کنیم.

امروزه تأثیر عناصر اقلیمی در آسایش فیزیکی و روانی انسان‌ها ثابت شده و انکارناپذیر است. در این خصوص، عملکرد حرارتی عناصر معماری و ساختمان در تعدیل شرایط آب و هوایی اهمیت خاصی دارد که در این میان، ساختمان‌های آموزشی جایگاه ویژه‌ای دارند؛ چرا که برای تحقق طرح‌های توسعه در هر منطقه‌ی محروم، در مرحله‌ی نخست باید نیروی متخصص و زبده و فهیم تربیت کرد. این وظیفه‌ی مهم بر عهده‌ی مراکز آموزشی است. و اگر شرایط اقلیمی در این مراکز مورد توجه قرار گیرد، آسایش بیش‌تری برای معلم و دانش‌آموزان ایجاد می‌شود و تعلیم و تعلم به درستی انجام خواهد شد.

بنابراین، در هر منطقه‌ای باید ساختمان‌های آموزشی متناسب با

شرایط آب و هوایی آن، ایجاد کرد و به تمام جنبه‌های ساختمان توجه داشت؛ مثل نوع مصالح و هدایت گرمایی مصالح ساختمانی که بر آسایش داخل ساختمان تأثیر می‌گذارد. ساختمان‌های آموزشی، به لحاظ بار داخلی زیادی که دارند و این‌که در زمان‌های خاصی اشغال می‌شوند، با ساختمان‌های مسکونی متفاوتند. این ساختمان‌ها معمولاً در طول روز مورد استفاده قرار می‌گیرند که شرایط دمایی و رطوبتی خاصی در فضا حاکم است، بنابراین تأمین نیازهای دمایی مناسب در فصل سرد و گرم، به‌ویژه به‌صورت طبیعی، در این مراکز دارای اهمیت خاص است.

بیش‌تر فعل و انفعالات بیوشیمیایی بدن انسان که در تبدیل انرژی به شکل‌های گوناگون نقش دارند، حرارت‌زا هستند. پس بدن انسان همواره در حال تولید حرارت است. ۲۰ درصد از کل این انرژی مورد استفاده قرار می‌گیرد و ۸۰ درصد باقی مانده، حرارت اضافی است که در اطراف بدن دفع می‌شود. البته میزان تولید این حرارت به سوخت و ساز کلی بدن و فعالیت فرد بستگی دارد.

با توجه به این‌که فعالیت عمومی افراد در مراکز آموزشی به‌صورت نشسته است و بدن انسان در وضعیت نشسته بین ۱۳۰ تا ۱۶۰ وات حرارت تولید می‌کند [کسمایی، ۱۳۷۳]، بار داخلی فضاهای آموزشی تفاوت عمده‌ای با بار داخلی ساختمان‌های مسکونی دارد. به این دلیل، در ساختمان‌های آموزشی شیوه و میزان نیازهای حرارتی متفاوت با سایر ساختمان‌هاست. در کلاس‌های درس، به دلیل وجود همین حرارت اضافی تولید شده به‌وسیله‌ی تراکم افراد در کلاس، در فصل زمستان به حرارت کم‌تر و در فصل تابستان به هوای خنک‌تری نیاز است. معمولاً هم زنگ‌های دوم و سوم، هوای کلاس‌ها گرم‌تر و به مراتب نامطلوب‌تر از زنگ اول است.

با کنترل محیط داخلی ساختمان، از طریق گرم کردن مصنوعی و خنک کردن و تهویه‌ی هوا می‌توان به آسایش و توانایی جسمانی بهینه دست یافت. با توجه به این‌که در فضاهای آموزشی، عمده‌ترین فعالیت افراد، کار بصری و تمرکز حواس است، علاوه بر ایجاد شرایط حرارتی مناسب، باید برای بالا بردن سطح یادگیری دانش‌آموزان، به عناصر دیگری همچون نور، رنگ‌آمیزی مناسب، میزان تراکم در کلاس و... نیز توجه داشت.

هرچند در ایران محدوده‌ی دمایی ۲۱/۵ تا ۲۹ درجه‌ی سلسیوس در تابستان و ۲۰ تا ۲۵/۷ درجه‌ی سلسیوس در زمستان پیشنهاد شده است، اما در کلاس‌های درس، به علت این‌که افراد لباس‌های خارج از منزل می‌پوشند، از این نظر می‌توان دماهای پائین‌تری را به عنوان حد پائین آسایش در فضاهای آموزشی درنظر گرفت. نگارنده شاهد بوده است که در فصل زمستان، به علت تراکم زیاد افراد در برخی از کلاس‌های درس، دمای هوا در فضای کلاس، به حدی بالا رفته که به منظور جلوگیری از گرم شدن بیش‌تر و گاهی برای تبادل حرارت و تهویه‌ی مناسب، پنجره‌ها را باز گذاشته‌اند. علاوه بر آن، افزایش اکسید کربن ناشی از بازدم تنفس افراد موجب آلوده شدن هوای کلاس می‌شود که ناچار باید با باز کردن پنجره‌ها هوای داخل را به میزان مورد نیاز تعویض کرد.

جهت ساختمان و پنجره‌ها نیز در میزان نوردهی و وضعیت دمایی کلاس‌ها مؤثر است. به همین دلیل، کلاس‌های واقع در جبهه جنوبی مدرسه‌ها، همواره به علت این‌که در طول روز در حال دریافت انرژی هستند، عموماً گرم‌تر از کلاس‌های رو به شمال یا پشت به آفتاب هستند. این امر در فصل‌های متفاوت سال برنامه‌ریزی‌های خاصی را برای تولید هوای خنک در تابستان و میزان نیاز حرارتی در فصل زمستان می‌طلبد. پائین‌ترین دما معمولاً در ساعات اولیه‌ی فعالیت در صبح و بالاترین آن در زنگ‌های اول و دوم بعد از ظهر است. بنابراین، ایجاد شرایط مناسب دمایی در این دو زمان در محیط‌های آموزشی ضرورت بیش‌تری دارد.

به طور کلی هوای داخل مراکز آموزشی به عوامل زیادی از جمله آب و هوای بیرون، مواد ساختمانی، جهت ساختمان، اندازه و شکل پنجره‌ها، وضعیت تهویه‌ی هوا و وجود امکاناتی مانند وسایل مصنوعی گرم کردن یا خنک کردن هوا، بستگی دارد. شرایط مناسب هوای کلاس‌ها بر میزان آسایش افراد، و میزان آسایش افراد، بر میزان یاددهی و یادگیری آنان مؤثر است.

# آشنایی با کشورهای جهان

سعید بختیاری
مؤسسه‌ی جغرافیایی و کارتوگرافی گیتاشناسی

**نام رسمی:** جمهوری ترینیداد و توباگو
**نام محلی:** ترینیداد و توباگو Trinidad and Tobago
**نام بین‌المللی:** ترینیداد و توباگو TRINIDAD AND TOBAGO

کشوری است متشکل از مجموعه جزیره‌هایی در دهانه‌ی رودخانه‌ی «اورینوکو» و آب‌های ساحلی کشور ونزوئلا و آمریکای جنوبی که در انتهای جنوبی جزیره‌های آنتیل کوچک و در جنوب خاوری دریای کارائیب قرار دارد. از جزیره‌ی نسبتاً بزرگ ترینیداد به وسعت ۴/۸۲۷ کیلومتر مربع، جزیره‌ی توباگوی بزرگ به مساحت حدود ۳۰۰ کیلومتر مربع، توباگوی کوچک به وسعت یک کیلومتر مربع، و جزیرک‌های «گوت» و «بوکوریف» تشکیل یافته است. جزیره‌ی ترینیداد سرزمینی است نسبتاً کوهستانی با بلندی حداکثر ۹۴۰ متر (کوه آرپیو) که حدود یک سوم آن را کشتزارهای نیشکر و کاکائو زیر پوشش قرار داده‌اند و نفت و قیر طبیعی از عمده‌ترین منابع زیرزمینی آن هستند. توباگوی بزرگ در واقع جزیره‌ای آذرین است و آتشفشانی میان آن به چشم می‌خورد.

**آب و هوا:** این کشور اگرچه گرم و مرطوب و پر باران است، ولی به سبب وزش بادهای اقیانوسی، هوای نسبتاً معتدلی دارد. کوه‌های آن از جنگل‌های انبوهی پوشیده شده‌اند و رودخانه‌ی قابل توجهی در آن دیده نمی‌شود.

**جمعیت:** بر اساس آمار سال ۲۰۰۴، ترینیداد و توباگو با جمعیتی بالغ بر ۱/۲۸۶/۰۰۰ نفر، صد و سومین کشور جهان به شمار می‌رود که از این تعداد ۷۴/۵ درصد ساکن شهرها و ۲۵/۵ درصد ساکن روستاها هستند. تراکم جمعیت آن نیز ۲۵۰/۸ نفر در هر کیلومتر مربع است.

**توزیع سنی:** از نظر توزیع سنی ۲۴/۳ درصد افراد زیر ۱۵، ۴۹/۶ درصد بین ۱۵ تا ۴۴، ۲۳/۲ درصد بین ۴۵ تا ۷۴ و ۲/۹ درصد نیز بیش از ۷۵ سال سن دارند. متوسط عمر مردان ۶۷/۱ و زنان ۷۲/۲ سال است.

**تولد و مرگ و میر:** طبق آمار سال ۲۰۰۳، میزان تولد ۱۲/۷ نفر در هر هزار نفر، میزان مرگ و میر ۸/۷ نفر در هر هزار نفر، و میزان مرگ و میر کودکان ۲۵ نفر در هر هزار تولد است.

**ترکیب نژادی:** در سال ۲۰۰۰، حدود ۳۹/۲ درصد جمعیت را سیاه‌پوستان، ۳۶/۶ درصد نژاد هندی، ۱۶/۳ درصد دورگه و ۵/۹ درصد بقیه را سایر نژادها تشکیل می‌داده‌اند.

**مذهب و زبان:** بر اساس آمار سال ۱۹۹۰، ۲۹/۷ درصد مردم پروتستان، ۲۹/۴ درصد کاتولیک، ۲۳/۷ درصد هندو، ۵/۹ درصد مسلمان و ۱۱/۳ درصد دارای دین‌های دیگری بوده‌اند. زبان رسمی و رایج آن انگلیسی، هندی، فرانسوی، اسپانیایی و چینی است که با خط لاتین نوشته می‌شود.

**پایتخت:** شهر «پرت آواسپاین» با ۴۹/۰۳۱ نفر جمعیت (در سال ۲۰۰۰)، پایتخت کشور ترینیداد و توباگوست و شهرهای مهم آن عبارتند از: چاگواناس، سان فرناندو، آریما و پوینت فورتین.

**نوع حکومت:** از سال ۱۹۷۶ حکومت این کشور جمهوری چند حزبی با دو مجلس قانونگذاری بوده است. رئیس جمهور آن ماکسول ریچاردز از سال ۲۰۰۳ و نخست‌وزیر آن پاتریک مانینگ از سال ۲۰۰۱ مشغول به کار هستند.

قوه‌ی مقننه از یک مجلس نمایندگان با ۳۶ عضو به مدت چهار سال و مجلس سنا با ۳۱ عضو تشکیل یافته است. در سال ۲۰۰۰، کرسی‌های مجلس نمایندگان بدین شرح به گروه‌های سیاسی فعال اختصاص داشت: کنگره‌ی ملی متحد ۱۹ کرسی، جنبش ملی خلق ۱۶ کرسی، و اتحاد ملی برای بازسازی یک کرسی. روز ملی آن سی و یکم ماه اوت، روز استقلال از انگلستان (در سال ۱۹۶۲) است.

ترینیداد و توباگو که در سال ۱۹۶۲ به عضویت سازمان ملل درآمد، در سازمان‌های زیر نیز عضویت دارد: کنفرانس تجارت و توسعه‌ی ملل متحد (UNCTAD)، صندوق کودکان ملل متحد

(UNICEF)، سازمان خواروبار و کشاورزی ملل متحد (FAO)، بانک بین‌المللی ترمیم و توسعه (بانک جهانی/ IBRD)، سازمان بین‌المللی هواپیمایی کشوری (ICAO)، انجمن بین‌المللی توسعه (IDA)، بنگاه مالی بین‌المللی (IFC)، سازمان بین‌المللی کار (ILO)، صندوق بین‌المللی پول (IMF)، سازمان بین‌المللی کشتیرانی (IMO)، اتحادیه‌ی بین‌المللی مخابرات راه دور (ITU)، سازمان آموزشی، علمی و فرهنگی ملل متحد (UNESCO)، سازمان توسعه‌ی صنعتی ملل متحد (UNIDO)، اتحادیه‌ی جهانی پست (UPU)، سازمان جهانی بهداشت (WHO)، سازمان جهانی مالکیت معنوی (WIPO)، سازمان جهانی هواشناسی (WMO)، سازمان تجارت جهانی (WTO)، سازمان کشورهای آمریکایی (AOS)، کشورهای آفریقایی، کارائیب و اقیانوس آرام (ACP)، جامعه و بازار مشترک کارائیب (CARICOM)، بانک توسعه‌ی ملل آمریکایی (I-ADB) و جنبش عدم تعهد و ملل مشترک‌المنافع.

**کشاورزی و صنایع:** محصولات عمده‌ی این کشور عبارتند از: نیشکر، نارگیل، پرتقال، برنج، دانه کبوتر، کاکائو، قهوه و جوز هندی.

در سال ۲۰۰۰، کشور ترینیداد و توباگو ۲۵/۸ درصد زمین‌های کشاورزی، ۲/۱ درصد مرتع و چمنزار و ۵۰/۵ درصد جنگل داشته است. دام‌های زنده آن بز، گاو و مرغ بوده‌اند. همچنین، حدود ۵/۵۰۰/۰۰۰/۰۰۰ کیلووات ساعت برق، ۴۳/۷۸۶/۰۰۰ بشکه نفت خام، ۸/۰۳۷/۰۰۰ بشکه فراورده‌های نفتی و ۱۰/۴۴۸/۰۰۰/۰۰۰ متر مکعب گاز طبیعی تولید یا استخراج شده است. میزان صید ماهی نیز در سال ۲۰۰۱، معادل ۱۱/۴۱۵ تن برآورد شده است.

**نیروی کار:** براساس آمار سال ۲۰۰۱، تعداد نیروی کار /۵۷۶ ۹۰۰ نفر بوده است که ۴۵/۵ درصد جمعیت را تشکیل می‌داده‌اند. شاغلان بالای ۱۵ سال ۶۰/۷ درصد، زنان شاغل ۳۶/۶ درصد و افراد بی‌کار ۱۰/۹ درصد بوده‌اند.

**واحد پول:** دلار ترینیداد و توباگو ($TT) معادل ۱۰۰ سنت، هر دلار آمریکا معادل ۶/۲۳ دلار ترینیداد و توباگو و هر دلار ترینیداد و توباگو معادل ۱۴۴۵ ریال است.

**تولید ناخالص ملی:** در سال ۲۰۰۳، تولید ناخالص ملی به /۹ ۵۳۸/۰۰۰/۰۰۰ دلار آمریکا بالغ شده و میزان سرانه‌ی آن حدود /۷ ۲۶۰ دلار آمریکا بوده است.

**واردات:** ترینیداد و توباگو در سال ۲۰۰۱، حدود /۲۴/۵۱۰ ۰۰۰/۰۰۰ دلار این کشور کالا وارد کرده که بیش‌تر شامل: نفت خام (۱۹/۳ درصد)، ماشین‌آلات صنعتی (۱۶/۱ درصد)، حوضچه‌ی شناور (۹/۳ درصد)، مواد غذایی (۷/۵ درصد) و نفت تصفیه شده (۴/۱ درصد) بوده است. این محصولات از کشورهای آمریکا (۳۴/۴ درصد)، ونزوئلا (۱۱/۱ درصد)، برزیل (۵/۱ درصد)، انگلستان (۴/۹ درصد) و پاناما (۴/۶ درصد) وارد شده‌اند.

**صادرات:** در سال ۲۰۰۱، این کشور ۳۱/۸۷۳/۰۰۰/۰۰۰ دلار ترینیداد و توباگو کالا شامل: نفت تصفیه شده (۲۹/۴ درصد)، حوضچه‌ی شناور (۱۲/۶ درصد)، نفت خام (۹/۳ درصد)، کود نیتروژنه (۸/۵ درصد)، آهن و فولاد (۵/۷ درصد) و متانول (۵ درصد)، به کشورهای آمریکا (۴۲/۳ درصد)، مکزیک (۷/۴ درصد)، جامائیکا (۷ درصد)، باربادوس (۵/۵ درصد) و فرانسه (۳/۹ درصد) صادر کرده است.

**ارتش:** در سال ۲۰۰۳، ارتش این کشور حدود ۲/۷۰۰ نفر در اختیار داشته است که از این تعداد، ۷۴/۱ درصد در نیروی زمینی و ۲۵/۹ درصد در گارد ساحلی مشغول خدمت بوده‌اند. هزینه‌ی سرانه‌ی ارتش در سال ۱۹۹۹، حدود ۷۸ دلار آمریکا بوده است.

**حمل و نقل:** طول راه‌های اتومبیل‌رو در سال ۱۹۹۹ بالغ بر /۷ ۹۰۰ کیلومتر بوده است. همچنین در سال ۲۰۰۰، در این کشور دو فرودگاه با پروازهای زمانبندی شده وجود داشته است. در سال ۱۹۹۶، تعداد ۱۲۲ هزار دستگاه اتومبیل سواری، و ۲۴ هزار دستگاه اتوبوس و کامیون مشغول به کار بوده‌اند.

**ارتباطات:** در سال ۲۰۰۰، تعداد ۶۷۲ هزار گیرنده‌ی رادیویی (۵۳۲ دستگاه برای هر هزار نفر)، ۴۲۹ هزار گیرنده‌ی تلویزیونی (۳۴۰ دستگاه برای هر هزار نفر)، ۳۲۵/۱۰۰ خط تلفن (۲۰۰۲) (۲۵۰ خط برای هر هزار نفر)، ۳۶۱/۹۰۰ خط تلفن همراه (۲۷۸ خط برای هر هزار نفر)، ۱۰۴ هزار دستگاه رایانه‌ی شخصی (۸۰ رایانه برای هر هزار نفر)، ۱۳۸ هزار اشتراک اینترنت (۱۰۶ اشتراک برای هر هزار نفر) و همچنین تعداد ۱۵۵ هزار نسخه‌ی روزنامه (۱۲۳ نسخه برای هر هزار نفر) استفاده شده است.

**بهداشت:** طبق آمار سال ۱۹۹۹، در این کشور ۱/۱۷۱ نفر پزشک (برای هر ۱/۰۷۶ نفر یک پزشک) و همچنین ۴/۳۸۴ عدد تخت بیمارستانی (برای هر ۲۸۷ نفر یک تخت) وجود داشته است.

**تغذیه:** مواد مصرفی سالانه در سال ۲۰۰۱ به طور متوسط /۲ ۷۵۶ کالری انرژی داشته که ۸۴ درصد آن از مواد نباتی و ۱۶ درصد دیگر از فراورده‌های حیوانی تأمین می‌شده است. حداقل کالری مصرفی ۱۱۴ درصد بوده که توسط سازمان خواربار و کشاورزی ملل متحد توصیه شده است.

**آموزش:** نرخ باسوادی در سال ۲۰۰۰، حدود ۹۳/۸ درصد بوده است و در واقع، ۹۵/۵ درصد مردان و ۹۲/۱ درصد زنان باسواد بوده‌اند. جدول زیر خلاصه‌ای از نسبت‌های آموزشی دوره‌های تحصیلی را در سال تحصیلی ۲۰۰۰ ـ ۱۹۹۹ نشان می‌دهد.

| دوره‌ی تحصیلی | تعداد مدرسه‌ها | تعداد معلمان | تعداد دانش‌آموزان | نسبت دانش‌آموز به معلم |
|---|---|---|---|---|
| ابتدایی | ۴۸۱ | ۷/۳۱۱ | ۱۶۲/۷۳۶ | ۲۴/۸ |
| متوسطه | — | ۵/۰۷۰ | ۱۰۵/۵۰۰ | ۲۰/۶ |
| عالی | ۱ | ۴۷۷ | ۷/۵۸۵ | ۱۵/۹ |

# زیبایی‌های ایران

دماوند

نمک آب رود

شالیزار گیلان

کوهستانهای اردبیل

## مجموعه
# کتاب‌های قطره و دریا
### زیرنظرِ دفتر انتشارات کمک‌آموزشی
(کتاب رشد)

کودکان در مسیر زندگی پرپیچ و خم خود، نیاز به سرمشق دارند تا حس رقابت سازنده و مبارزه با سختی ها در وجودشان زنده شود. مجموعه ی «قطره و دریا»، دانش‌آموزان چهارم و پنجم ابتدایی را با سرگذشت انسان های بزرگ در تمدن- اسلامی و تاریخ معاصر ایران آشنا می کند.
علاقه مندان می توانند این کتاب ها را از فروشگاه های انتشارات مدرسه تهیه کنند.

نشانی: تهران، خیابان سپهبد قرنی، پل کریمخان‌زند، کوچه‌ی شهید محمود حقیقت طلب، شماره‌ی ۳۶.

تلفن: ۹-۸۸۸۰۰۳۲۴-۰۲۱ دورنویس: ۸۸۹۰۳۸۰۹-۰۲۱