

دانشگاه فرهنگیان

فصلنامه علمی تخصصی

پژوهش در آموزش مطالعات اجتماعی

دوره سوم، شماره چهارم، زمستان ۱۴۰۰

نقش سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در آموزش

جغرافیا و ارتقای سطح علمی و پژوهشی دانش آموزان در مدارس

ارسال: ۱۴۰۰/۳/۱۶ مهدی مرادی، محمد نادری آفروغ نادری^۳

پذیرش: ۱۴۰۰/۶/۲۰ مهدی محمودآبادی، مسعود سیستانی بدوئی^۵

چکیده

با پیشرفت تکنولوژی در جهان، فنون جدیدی در حال تولید و ارائه به عرصه‌های آموزش و پژوهش است. توسعه همه‌جانبه ماهواره‌های تحقیقاتی و نرم‌افزارهای مختلف، یکی از پیشرفت‌هایی بوده که توانسته کمک شایانی به تحقیقات جغرافیایی نماید و علاوه بر کاهش هزینه‌ها، محدوده‌های وسیع‌تری را به صورت دقیق و لحظه‌ای مورد مطالعه و پایش قرار دهد. یکی از این فنون، سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی است که در کشور ما مورد توجه فراوان قرار گرفته و توسعه آن به قدری چشم‌گیر بوده که در کتاب‌های جغرافیایی مدارس نیز ورود پیدا کرده است. آموزش عملی این فنون در مدارس، می‌تواند علاوه بر افزایش یادگیری و انگیزه پژوهشی، ذهن خلاق و پویای دانش‌آموزان را شکوفا نموده و به سمت تحقیق و کسب تجربه سوق دهد. بنابراین نویسندگان در این تحقیق که با روش کتابخانه‌ای، میدانی و سنجش از دور انجام شده، به معرفی برخی از این فنون شامل بررسی نوسانات پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی طی سال‌های مختلف، تحلیل گسترش

۱ - دانشجوی دکتری شهرسازی، اداره کل آموزش و پرورش استان کرمان

Mmehdi55@Yahoo.com

۲ - کارشناس ارشد ژئومورفولوژی، مدرس دانشگاه فرهنگیان

KasraNaderi14@Gmail.com

۳ - کارشناس ارشد زمین‌شناسی زیست‌محیطی ForoughNdri@Gmail.com

۴ - کارشناسی جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری Mehdi1400Sirjan@Gmail.com

۵ - دانشجوی دکتری ژئومورفولوژی و مدیریت محیط Masoud.Sistani@Yahoo.com

فضای شهری در دهه‌های گذشته، محاسبه جابجایی تپه‌های ماسه‌ای در دوره‌های زمانی مختلف، محاسبه میزان فرونشست زمین، بازدید میدانی و استفاده از پهپاد برای عکس برداری و سه بُعدی سازی لندفرم‌ها اقدام کرده‌اند. لزوم بکارگیری این فنون نیازمند وجود دبیران جغرافیای کار آموزده و متخصص در این زمینه است که بتوانند با دیدگاه سیستمی، روابط متقابل بین عوامل مختلف محیطی را تبیین کرده و به دانش‌آموزان انتقال دهند. تشکیل کارگروه‌های تخصصی و آموزشی از قبیل برگزاری دوره‌های ضمن خدمت و مهارت آموزی توسط گروه‌های جغرافیای استان‌ها می‌تواند در این زمینه مهم و موثر باشد و دبیرانی متخصص و پژوهش محور را برای تربیت و پیشرفت کمی و کیفی سطح علمی دانش‌آموزان، راهی مدارس نمایند. بنابراین تجهیز مدارس به سیستم‌های رایانه‌ای در رسیدن به آموزش‌های نرم‌افزاری بسیار ضروری می‌باشد.

واژگان کلیدی: آموزش، پژوهش، سنجش از دور، سیستم اطلاعات جغرافیایی، مدرسه

مقدمه

سنجش‌ازدور (Remote Sensing) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (Geographic Information System) از فنون نوین پردازش اطلاعات و داده‌های جغرافیایی به شمار می‌روند که با ورود ماهواره‌ها و سنجنده‌های جدید در مدار زمین، توسعه چشم‌گیری داشته‌اند. در سنجش‌ازدور، جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات تماماً به صورت غیرحضوری و بدون تماس مستقیم و بازدید میدانی از منطقه مورد مطالعه انجام می‌گیرد؛ بنابراین به فرایند پردازش و تحلیل داده‌هایی که از فاصله دور و با استفاده از ابزار و وسایل شناسایی همچون سنجنده‌ها با استفاده از پهپاد، هواپیما، ماهواره و غیره صورت می‌گیرد سنجش‌ازدور گویند. سنجش‌ازدور اولین قدم در راه توسعه و برنامه‌ریزی جهت استفاده بهینه از امکانات موجود و دستیابی به آمارها، ارقام و اطلاعات دقیق همراه با سرعت عمل بالاست، چراکه مدیریت و برنامه‌ریزی در بخش‌های مختلف در حقیقت اطلاع دقیقی از داشته‌های موجود است که بر اساس آن بتوان مسیر حرکت به سوی توسعه پایدار را مشخص کرد (اقبال و لطفی، ۱۳۸۷: ۱۰۷). همچنین در سیستم اطلاعات جغرافیایی، تمامی روش‌ها و ابزار گردآوری اطلاعات چه به صورت میدانی و چه به صورت سنجش‌ازدور پردازش و تحلیل می‌شود؛ بنابراین GIS مجموعه‌ای سازمان‌یافته از اطلاعات مختلف جغرافیایی است که وظیفه آن تحلیل رابطه علت و معلولی پدیده‌هایی مختلف جغرافیایی (صدیقی، ۱۳۸۳: ۲۹) و سازوکارهای وابسته به آن است. استفاده از این فنون به قدری کاربردی بوده که در تحقیقات جغرافیایی، زمین‌شناسی، مطالعات زیست‌محیطی، مخاطرات محیطی، گردشگری و دیگر موضوعات توسط سازمان‌های دولتی، شرکت‌های خصوصی و مهندسی مشاور، دانشگاه‌ها و حتی مدارس استفاده گردیده است؛ بنابراین فنون سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی طیف وسیعی از تحقیقات را به خود اختصاص داده است؛ اما گستره این تحقیقات در علوم جغرافیایی بسیار بیشتر و تخصصی‌تر بوده که به برخی از این موارد به صورت اجمالی اشاره می‌گردد. در این زمینه می‌توان به پژوهش‌های قبیری و همکاران (۱۳۹۴) در جغرافیا و برنامه‌ریزی گردشگری، خسروی و همکاران (۱۳۹۶) در اقلیم‌شناسی، پایدار و همکاران (۱۳۹۷) در جغرافیای روستایی،

ابراهیم‌زاده آکباد و همکاران (۱۳۹۸) در جغرافیای شهری، شریفی‌کیا و همکاران (۱۳۹۹) در سنجش‌ازدور، سیستانی و همکاران (۱۴۰۰) در ژئومورفولوژی، و براتی و زارع (۱۴۰۰) در جغرافیای سیاسی اشاره نمود.

آشنایی دانش آموزان با این فنون به گونه‌های مختلف می‌تواند انگیزه پژوهشی را در آنها تقویت و شکوفا نموده و به سمت تحقیقاتی همچون سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی در شهر و روستایی که در آن زندگی می‌کنند سوق دهد. در این زمینه می‌توان به تحلیل جغرافیایی جوانب مختلف محیط جغرافیایی، مخاطراتی که آنها را تهدید می‌کند، بررسی تغییرات طبیعی و انسانی محل زندگی طی سالیان مختلف، تغییرات زیست‌محیطی، آلودگی‌های زیست‌محیطی، تغییر اقلیم و اثر آن در زندگی، خشک‌سالی و تغییرات پوشش گیاهی، بررسی منابع آب سطحی و زیرزمینی، تغییرات جمعیت شهری و روستایی و بسیاری از موضوعاتی که مورد توجه است سوق دهد. در تحقیق فوق به آشنایی برخی از این فنون که می‌تواند به نحوی پژوهش و تحقیقات جغرافیایی را در مدارس تقویت کند پرداخته شده است؛ بنابراین در این تحقیق به برخی داده‌ها و اطلاعات مختلف ماهواره‌ای و فنون نوین و روش‌های پردازش اطلاعات در این زمینه اشاره شده است که آشنایی دبیران جغرافیا با این روش‌ها در قالب دوره‌های ضمن خدمت و مهارت‌آموزی به‌منظور آشنایی و آموزش به دانش‌آموزان در تجزیه و تحلیل‌های جغرافیایی و ایجاد انگیزه پژوهشی مهم و مؤثر می‌باشد.

روش تحقیق

در این تحقیق که به‌صورت کتابخانه‌ای، میدانی و سنجش‌ازدور می‌باشد، به معرفی و آشنایی با برخی داده‌های مهم و همچنین برخی روش‌های پردازش و تحلیل اطلاعات که به‌منظور تحقیقات و پژوهش‌های مختلف جغرافیایی در مدارس مورد استفاده قرار می‌گیرد، اقدام شده است. به‌طور کلی در سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی داده‌های مختلفی با فرمت‌های متفاوت به‌صورت رستری یا وکتوری استفاده می‌شود که آنها را می‌توان در قسمت‌های زیر طبقه‌بندی نمود:

- ۱- منابع سنجش از دور همچون (تصاویر ماهواره‌ای، عکس‌های هوایی، داده‌های رادار، داده‌های ماهواره‌های هواشناسی، عکس‌های پهپادها و دیگر منابع).
 - ۲- لایه‌های وکتوری تهیه‌شده توسط سازمان‌ها و دستگاه‌های مختلف مانند (نقشه‌های توپوگرافی، نقشه‌های زمین شناسی، ژئودیتابیس و یا تهیه شده توسط محقق).
 - ۳- داده‌های اسکن شده از نقشه‌های مختلف کاغذی همچون (نقشه‌های توپوگرافی، زمین شناسی و دیگر نقشه‌های موضوعی که توسط سازمان‌های مختلف تهیه شده است)
 - ۴- اطلاعات حاصل از بازدید میدانی همچون (داده‌های سیستم موقعیت جهانی GPS: (Global Positioning System) و غیره.
- استفاده از این داده‌ها با نرم‌افزارهای مختلفی همچون ArcGIS و دیگر نرم‌افزارهای پردازش داده‌ها و تصاویر ماهواره‌ای مانند ENVI، Erdas، Surfer، Global Mapper، SNAP و غیره با روش‌های مختلف انجام می‌شود که متناسب با اهداف تحقیق از این داده‌ها استفاده می‌گردد. در تحقیق حاضر با استفاده از نرم‌افزار ArcGIS.v10.8 و SNAP به انجام برخی از مهم‌ترین این روش‌ها شامل (تغییرات پوشش گیاهی و نوسانات آب‌های سطحی، بررسی فرورانش زمین، گسترش فیزیکی شهرها، سه‌بعدی سازی) با استفاده از داده‌های ذکرشده که می‌تواند در تحقیقات جغرافیایی مورد استفاده قرار گیرد و جایگاه جغرافیا را از حالت تدریس تئوری به صورت عملی و واقعی این علم در بیاورد، پرداخته شده است. علاوه بر آن، گردش علمی و برگزاری اردوهای مختلف از سوی مدارس و حضور دبیران جغرافیا برای افزایش سطح مهارت در مشاهدات میدانی دانش آموزان می‌تواند نقش مهم و مؤثری را در مقایسه نتایج حاصل از تحلیل‌های نرم‌افزاری با واقعیت آن در روی زمین و تحلیل روابط علت و معلولی داشته باشد.

یافته‌های تحقیق

یکی از مهم‌ترین بخش‌های تحقیقاتی در علوم جغرافیایی، پایش محیط طبیعی و تحلیل تغییرات محیطی در قالب سری‌های زمانی می‌باشد که به‌منظور روند یابی از منطقه مورد مطالعه و بررسی سازوکارها و روابط علت و معلولی آن انجام می‌گیرد؛

بنابراین در روش فوق جوانب مثبت و منفی تغییرات محیطی سنجیده و روند این تغییرات در آینده پیش‌بینی و مورد تحلیل قرار می‌گیرد و در پایان برای بهبود وضعیت موجود راه‌کارها و پیشنهادها سازنده ارائه می‌شود. در این قسمت به مهم‌ترین بخش‌های تحقیقاتی که می‌توان در مدارس توسط دانش‌آموزان برای مهارت‌آموزی اجرا گردد، اشاره می‌شود.

در زمینه بررسی خشک‌سالی و تحلیل تغییرات پوشش گیاهی و پوشش آبی در مناطق مختلف می‌توان از داده‌های اپتیکی مانند تصاویر ماهواره‌ای (LANDSAT، MODIS، SENTINEL2 و غیره) استفاده کرد. این داده‌ها که به صورت رستر توسط ماهواره‌های تحقیقاتی مختلف ارائه شده‌اند، دارای باندهای مختلف طیفی به صورت مجزا می‌باشند که می‌توانند متناسب با نیازهای تحقیقاتی نتایج موردنظر با تحلیل‌های نرم‌افزاری مورد استفاده قرار گیرند. در انجام این کار که از باندهای مادون قرمز نزدیک، قرمز و آبی استفاده می‌شود، برای محاسبه شاخص تفاضل نرمال شده آب (Normalized Difference Water Index) و همچنین محاسبه شاخص پوشش گیاهی که متناسب با وضعیت اقلیمی اکثر مناطق کشور است، از شاخص پوشش گیاهی تفاضل تعدیل‌شده خاک (Soil Adjusted Vegetation Index) طبق رابطه‌های زیر استفاده می‌شود (میرعلیزاده فرد و من‌صوری، ۱۳۹۸: ۶۹).

رابطه ۱- شاخص تفاضل نرمال شده آب:

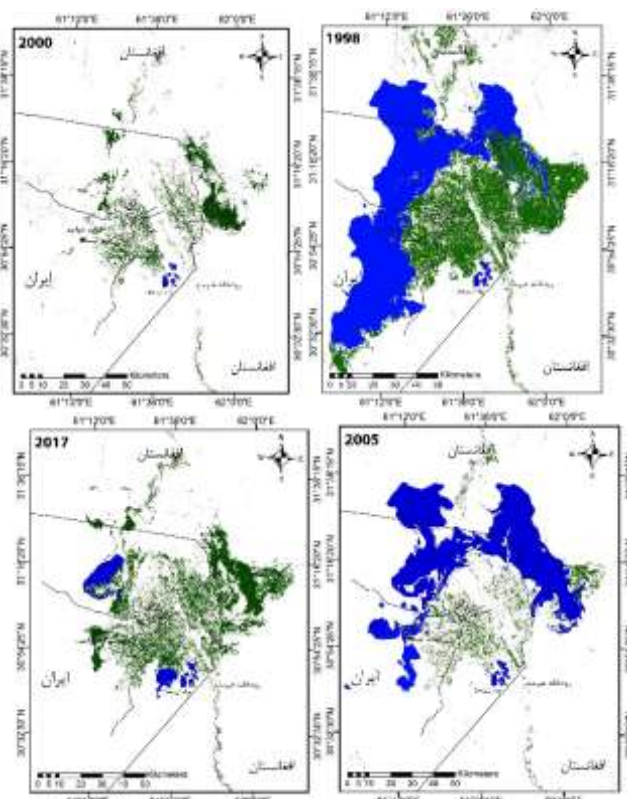
$$NDWI = (Blue - NIR) / (Blue + NIR)$$

رابطه ۲- شاخص پوشش گیاهی تفاضل تعدیل‌شده خاک:

$$SAVI = (NIR - RED) / (NIR + RED + L) \times (1 + L)$$

در این رابطه‌ها، NIR باند مادون قرمز نزدیک، RED باند قرمز، Blue باند آبی و L عددی ثابت بین صفر تا یک می‌باشد که با توجه به شرایط پوشش گیاهی منطقه اعم از متراکم یا غیر متراکم تعیین می‌گردد. در نقشه‌های زیر، خروجی ترکیبی حاصل از محاسبه دو شاخص پوشش گیاهی و شاخص آب در محدوده پلاپای هامون را در سری زمانی مختلف نشان داده است که تغییرات پوشش گیاهی دلتای رودخانه هیرمند و منابع آب دریاچه هامون را که تحت تأثیر عوامل طبیعی و انسانی دچار نوسان شده به وضوح نشان داده شده است. نقشه‌های فوق توسط

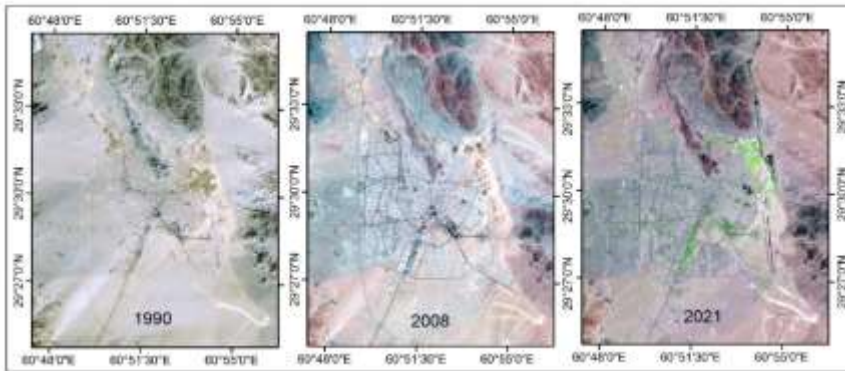
باندهای طیفی موردنیاز از ماهواره لند ست در سال‌های مختلف تهیه گردیده است (نوری، ۱۳۹۶: ۱۲۵-۱۳۶).



شکل ۱- تغییرات پوشش گیاهی و منابع آبی دریاچه هامون در بازه زمانی ۱۹۹۸، ۲۰۰۰، ۲۰۰۵ و ۲۰۱۷

بررسی تغییرات و گسترش فضای کالبدی شهری نیز که یکی دیگر از مباحثی است که به منظور پایش توسعه و استقرار شهری در سری زمانی انجام می‌شود، جایگاه ویژه‌ای در تحقیقات جغرافیایی دارد. در این زمینه استفاده از عکس‌های هوایی تهیه شده توسط سازمان نقشه‌برداری کشور و همچنین تصاویر ماهواره‌ای لند ست حائز اهمیت فراوان می‌باشد. در تصاویر زیر نمونه‌هایی از گسترش فضای شهری در شهر زاهدان نشان داده شده است. طبق این تصاویر، گسترش فیزیکی شهر زاهدان در اطراف هسته مرکزی شهر بوده اما به دلیل شرایط توپوگرافی و دیگر

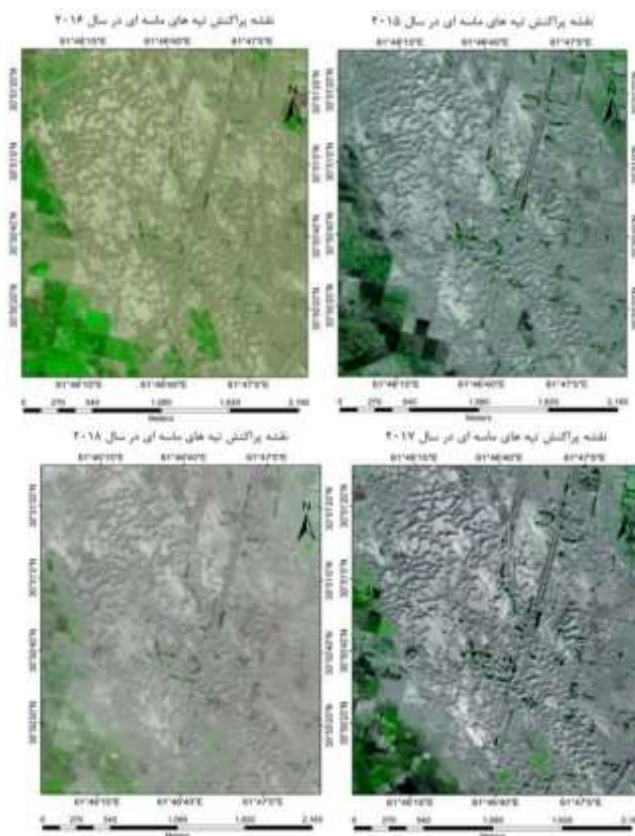
عوامل طبیعی و انسانی بیشتر به سمت شمال غرب، شمال شرق و جنوب گسترش و توسعه یافته است. تحلیل گسترش فضای شهری توسط دانش آموزان در شهری که در آن زندگی می کند، می تواند مشاهدات او را از شرایط طبیعی و انسانی محل زندگی خود به صورت تحلیلی و نظام یافته هدایت کند.



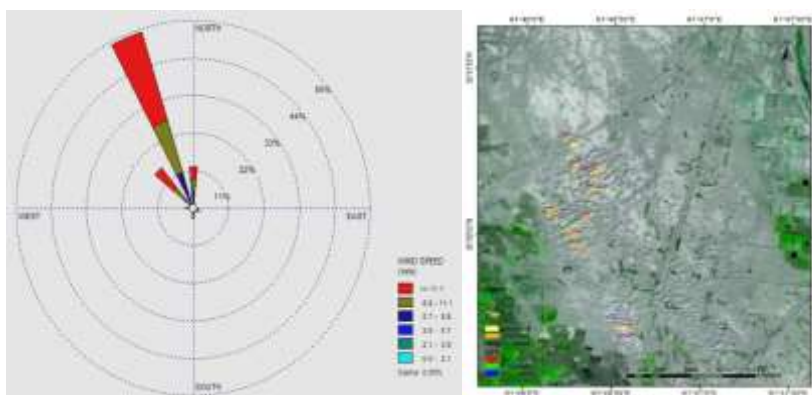
شکل ۲- نقشه گسترش کالبدی فضای شهری در شهر زاهدان

بین سال های ۱۹۹۰، ۲۰۰۸ و ۲۰۲۱

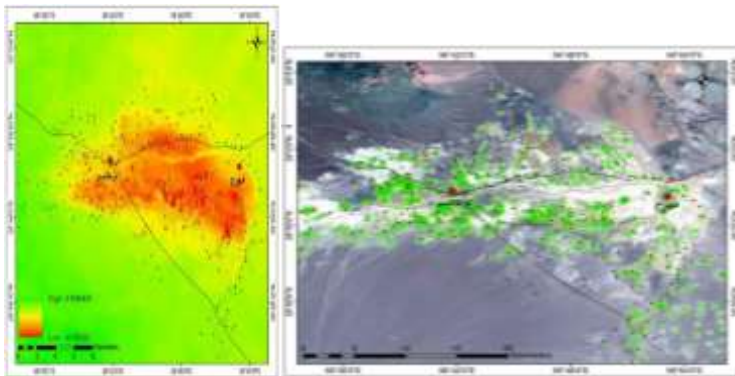
یکی از مخاطراتی که تحت تأثیر نوسانات اقلیمی و خشک سالی در چند دهه اخیر قابل توجه بوده، جابجایی تپه های ماسه ای و وقوع پدیده ریزگردها می باشد که مشکلات فراوانی را برای مردم ایران در مناطق مختلف ایجاد کرده است. تبیین و تشریح روند جابجایی این تپه های ماسه ای با استفاده از سنجش از دور می تواند برای دانش آموزان در تحلیل مکانیزم حرکت تپه های ماسه ای مؤثر باشد و در ارائه پیشنهادهایی به منظور مدیریت محیط ذهن خلاق آن ها را شکوفا نماید. در نقشه های زیر جابجایی تپه های ماسه ای در منطقه سیستان که یکی از شدیدترین توفان های گردوغبار کشور را شامل می شود نشان داده شده است (فتوحی و همکاران، ۱۳۹۹: ۳۴۹ و ۳۵۰). نتایج نشان می دهد میزان جابجایی برخان ها طی ۳ سال، ۱۶۲ متر و جهت حرکت باد نیز از شمال غرب به جنوب شرق می باشد که متناسب با گلطوفان تهیه شده توسط آمار ایستگاه سینوپتیک شهر زابل است.



شکل ۳- نقشه وضعیت استقرار برخان‌های منطقه سیستان در بازه زمانی ۲۰۱۵، ۲۰۱۶، ۲۰۱۷ و ۲۰۱۸ با استفاده از تصاویر ماهواره سنتینل ۲



یکی دیگر از فنونی که در سال‌های اخیر در سنجش‌ازدور ورود پیدا کرده و در سطح بسیار گسترده‌ای مطرح شده است، تحلیل فرونشست زمین و مخاطرات ناشی از آن می‌باشد. در این روش از داده‌های رادار ماهواره‌های مختلف استفاده شده است که ماهواره‌های ASAR، ALOS PALSAR، SENTINEL 1 و غیره از این نوع می‌باشند. فناوری و تکنولوژی رادار که به لطف توسعه سریع تکنولوژی فضایی فراهم آمده (فرتی و همکاران، ۲۰۰۷) با روش تداخل سنجی تفاضلی راداری (DInSAR) انجام گرفته که این کار با استفاده از اختلاف سیگنال‌های برگشتی دو داده (آخوندزاده، ۱۳۸۴) در دو زمان متفاوت توسط ماهواره (پاراحمدی و همکاران، ۱۳۹۴: ۴۶) محاسبه شده است. در شکل زیر فرونشست دشت نماشیر- فهرج که ناشی از برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی می‌باشد با استفاده از نرم‌افزار SNAP نشان داده شده است که محدوده وسیعی را تحت پوشش خود قرار داده است (نگارش و همکاران، ۱۳۹۹: ۵-۳).



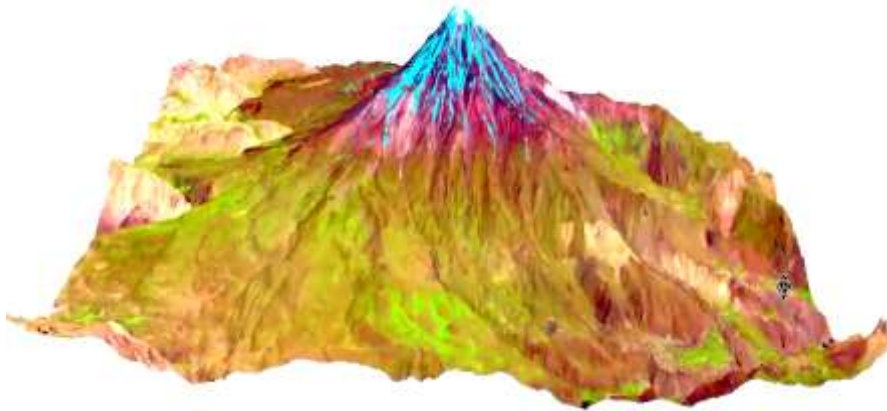
شکل ۵- منطقه فهرج- نماشیر و نقشه محدوده فرونشست زمین (۱۰ سانتی‌متر فرونشست به‌طور میانگین در بازه زمانی ۶ ماهه)

استفاده از پهپاد در تحقیقات جغرافیایی بسیار ارزشمند است چراکه به دلیل ارتفاع کم سنسور عکس‌برداری می‌تواند مناطق محدودی را با کیفیت عالی مورد پایش قرار داده و به‌صورت میدانی روحیه پژوهش و شادابی را بین دانش‌آموزان تقویت کند که در شکل زیر نمونه‌هایی از آن را می‌بینیم.



شکل ۶- ساخت و به پرواز درآوردن پهپاد مخصوص عکس برداری با حضور دانش آموزان مدارس (گروه جغرافیای شهرستان سیرجان)

سه بعدی سازی عوارض جغرافیایی و تحلیل توپوگرافی ارتفاعات سطح زمین با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (نرم افزار ArcScene) نیز می تواند در درک بهتر دانش آموزان در شناخت پستی و بلندی های زمین، نقش مهمی ایفا نماید. در شکل زیر نقشه سه بعدی آتش فشان استراتو ولکان دماوند با استفاده از مدل رقومی ارتفاعی (DEM) ماهواره ASTER و تصاویر ماهواره ای SENTINEL2 و ترکیب رنگی کاذب نشان داده شده است.



شکل ۷- نقشه سه بعدی قله دماوند با استفاده از نرم افزار ArcScene

در روش های ارائه شده، تنها به بخشی از علم گسترده جغرافیا اشاره شده است. پیش بینی، پهنه بندی، مکان یابی، درون یابی و بسیاری از فنون تخصصی دیگر در زمینه سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی وجود داشته که می تواند به صورت جامع، جایگاه مهم این علم را در کشور مطرح نماید و برای رفاه و آسایش انسان به کار گیرد؛ بنابراین آموزش این علم وسیع و کاربردی از سوی مدارس به دانش آموزان می تواند به منظور تحلیل روابط علت و معلولی بین انسان و محیط بسیار کاربردی باشد و پتانسیل ها، مخاطرات، نقاط قوت و ضعف و دیگر شرایط محیطی که در آن زندگی می کنیم را برای عکس العمل مناسب تشریح نماید.

بحث و نتیجه گیری

در تحقیق حاضر برخی فنون و روش های نوین در علوم تحقیقات جغرافیایی مانند سنجش از دور (RS) و سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در آموزش و پژوهش های جغرافیایی مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. جایگاه این فنون در تدریس درس جغرافیا در مدارس می تواند به دانش آموزان در شناخت هر چه بیشتر سازوکار پدیده های جغرافیایی و روابط علت و معلولی بین آن ها کمک کرده و ذهن پویا و خلاق او را شکوفا نماید. در رسیدن به این امر، ارائه مباحثی همچون اقلیم شناسی، ژئومورفولوژی، جغرافیای شهری و روستایی و مخاطرات طبیعی و غیره در قالب کار با نرم افزارهایی همچون GIS توسط دبیران متخصص در این زمینه می تواند

متناسب با سرفصل‌های کتب آموزشی به صورت عملی در قالب کار پژوهشی ذهن دانش‌آموزان را به سمت مباحث اصلی جغرافیایی سوق دهد. برای رسیدن به این هدف به معرفی برخی از این روش‌ها اشاره شده و عوامل مختلف طبیعی و انسانی در تغییرات محیطی تبیین گردیده است؛ بنابراین در این تحقیق به معرفی برخی از فنون و محاسبات نرم‌افزاری به همراه معرفی داده‌های مورد استفاده شامل روش‌های همچون بررسی تغییرات پوشش گیاهی و پهنه‌های آبی طی سال‌های مختلف، بررسی گسترش فضای شهری در دهه‌های گذشته، جابجایی تپه‌های ماسه‌ای و تحلیل گطفان منطقه در دوره زمانی مختلف، محاسبه میزان فرورانش زمین، بازدید میدانی و استفاده از پهپاد برای عکس‌برداری و در نهایت سه‌بعدی‌سازی عوارض ژئومورفولوژیکی در سطح زمین پرداخته شده است. همچنین لزوم آموزش‌های نرم‌افزاری و راهنمایی در خصوص نحوه ترسیم نقشه‌های موجود در کتب جغرافیا نیز می‌تواند در تدریس درس جغرافیا مؤثر باشد که این امر نیازمند سیستم‌های کامپیوتری و یا ویدئو پروژکتور در مدارس است؛ اما متأسفانه امکانات مورد نیاز مانند کارگاه‌های نرم‌افزاری و سیستم‌های کامپیوتری در تمامی مدارس وجود نداشته که باعث می‌شود جغرافیا تنها به‌عنوان یک درس تئوری شناخته شود در صورتی که در بسیاری از کشورها این مبحث، بسیار مهم و مورد توجه می‌باشد؛ بنابراین لزوم تهیه این امکانات در مدارس به همراه آموزش دبیران جغرافیا در زمینه فنون سنجش‌ازدور و سیستم اطلاعات جغرافیایی لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

منابع

- آخوندزاده، مهدی (۱۳۸۴). نمایش نشست زمین در اثر استخراج مواد نفتی با استفاده از روش SAR/اینترفرومتری در سنجش‌ازدور. همایش ژئوماتیک سازمان نقشه‌برداری کشور، ۸-۱.
- ابراهیم‌زاده آکباد، عیسی؛ ایستگلدی، م‌صطفی؛ حاجی‌زاده، فاضل (۱۳۹۸). تحلیل و اولویت‌بندی شاخص‌های استراتژی توسعه شهری در محلات منطقه هشت شیراز. مجله جغرافیا و پایداری محیط، صص ۱۷-۱.
- اقبال، ناصر؛ لطفی، حیدر، اهمیت سنجش‌ازدور (۱۳۸۷). سنجش‌ازدور در امور مطالعاتی و آموزش جغرافیایی. فصلنامه جغرافیایی سرزمین، صص ۱۱۵-۱۰۷.

- براتی، علیرضا؛ احمدی، سیدعباس؛ زارعی، بهادر (۱۴۰۰). تبیین چالش‌های دفاعی-امنیتی توسعه دریامحور در مقیاس منطقه‌ای و بین‌المللی سواحل مکران از منظر جغرافیای سیاسی. فصلنامه علمی راهبرد دفاعی، صص ۸۶-۵۵.
- پایدار، ابوذر؛ طیب‌نیا، سیدهادی؛ بهادری امجز، فرخ لقا (۱۳۹۷). ارزیابی برنامه توسعه یکپارچه و مشارکتی در پایداری معیشتی روستاییان (مقایسه طرح‌های RFLDL ریگان و ترسیب کربن جازموریان). پژوهش‌های نوین علوم جغرافیایی، معماری و شهرسازی، صص ۲۷۵-۲۴۷.
- خسروی، محمود؛ عباس‌نیا، محسن؛ قبادی، اسدالله؛ آرمش، محسن (۱۳۹۶). بررسی ارتباط مکانی بین بارش‌های همرفتی بهاره و توپوگرافی شمال غرب ایران. فصلنامه جغرافیا و آمایش شهری - منطقه‌ای، صص ۳۸-۲۱.
- سیستانی‌بدوئی، مسعود؛ فتوحی، صمد؛ نگارش، حسین؛ رامشت، محمدحسین؛ روستایی، مه‌آسا (۱۴۰۰). بررسی تفاوت ژئودایورسیتی و ژئومورفودایورسیتی منطقه ساحلی دریای عمان و زون مکران از دماغه جاسک تا خلیج گواتر. فصلنامه جغرافیا و توسعه، شماره ۶۳، صص ۶۶-۳۹.
- شریفی‌کیا، محمد؛ کرمی، جلال؛ فلاحی، احسان (۱۳۹۹). قابلیت سنجی کارآمدی روش‌های ترکیب و تلفیق داده‌های رادار و اپتیک با هدف شناسایی مناطق دگرسانی. فصلنامه علمی علوم زمین، صص ۷۴-۶۵.
- صدیقی، مه‌ری (۱۳۸۳). بررسی کاربرد سیستم اطلاعات جغرافیایی (جی‌آی‌اس) در ساماندهی مدارک علوم زمین موجود در مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران. مجله علوم اطلاع‌رسانی، صص ۴۹-۲۹.
- فتوحی، صمد؛ نگارش، حسین؛ دلارام، رقیه؛ سیستانی‌بدوئی، مسعود (۱۳۹۹). محاسبه جایجایی تپه‌های ماسه‌ای سیستان با استفاده از سنجش‌ازدور. مجموع مقالات هفتمین همایش انجمن ایرانی ژئومورفولوژی، صص ۳۵۱-۳۴۶.
- قنبری، سیروس؛ علیزاده، محمدرضا؛ اسلام‌فرد، فاطمه؛ فتوحی اردکانی، محمد (۱۳۹۴). ارزیابی عوامل مؤثر در توسعه گردشگری تاریخی فرهنگی با استفاده از مدل بایی معادلات ساختاری (SEM) (مطالعه موردی: شهر تاریخی فرح‌آباد). مجله فضای جغرافیایی، صص ۲۱۱-۱۸۹.
- میرعلیزاده‌فر، سیدرضا؛ منصور شهبوز (۱۳۹۸). ارزیابی شاخص‌های سنجش‌ازدور در مطالعات کمی و کیفی آب‌های سطحی با تصاویر ماهواره‌ای لندست ۸ (مطالعه

- موردی: جنوب/ استان خوزستان). نشریه سنجش‌ازدور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی، صص ۶۳-۸۴.
- نگارش، حسین؛ فتوحی، صمد؛ دلارام، رقیه؛ سیستانی بدوئی، مسعود (۱۳۹۹). نقش اثرات آنتروپوژنیک در فرونشست دشت نرمانشیر- فهرج. چهارمین همایش ملی کاربرد مدل‌های پیشرفته تحلیل فضایی (سنجش‌ازدور و GIS) در آمایش سرزمین، صص ۸-۱.
- نوری، غلامرضا (۱۳۹۶). طرح جامع مطالعه مکانیزم وقوع گردوغبار از منشأ تالاب هامون و ارائه راهکار مدیریت درازمدت آن. پژوهش‌کده علوم زمین و جغرافیا، صص ۱-۲۵۷.
- یاراحمدی، جمشید؛ روستائی، شهرام؛ شریفی کیا، محمد؛ روستائی، مه‌آسا (۱۳۹۴). شنا سایی و پایش ناپایداری دامنه‌ای به روش پردازش اینترفرومتری تفاضلی مطالعه موردی: حوضه آبریز گرمی چای میانه. پژوهش‌های ژئومورفولوژی کمی، صص ۵۹-۴۴.

Ferretti, A., Savio, G., Barzaghi, R., Borghi, A., Musazzi, S., Novali, F., Prati, C. and Rocca, F. Submillimeter (2007). *Accuracy of InSAR Time Series: Experimental Validation*. Geoscience and Remote Sensing, vol. 45, pp.1142-1153.

