پژوهش‌های جغرافیای طبیعی، سال ۴۴، شماره‌ی ۳ (پیاپی ۸۱)، پاییز ۱۳۹۱
صص. ۷۲-۶۳

دوالیتی[1] در ژئومورفولوژی

محسن پورخسروانی * ـ دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشکده‌ی علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان
محمّدحسین رامشت ـ استاد دانشکده‌ی علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان
سیّد علی المدرسی ـ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد

پذیرش مقاله: ۱۳۹۱/۰۱/۲۲ تأیید نهایی: ۱۳۹۱/۰۶/۲۸

چکیده

در طبیعت پدیده‌های مختلف و به‌نسبت جدایی وجود دارند که می‌توانند با یکدیگر در ارتباط باشند. در بسیاری از موارد، ارتباط این پدیده‌ها با عنوان همبستگی بیان می‌شود و با روش‌های ریاضی نیز میزان این روابط سنجش می‌شود. از میان آنها، زوج پدیده‌هایی یافت می‌شوند که روابط خاصّی با یکدیگر دارند، ولی نمی‌توان این روابط را باعنوان همبستگی مطرح کرد، بلکه ویژگی ارتباط آنها باهم سبب شده با عنوان دوال مطرح شوند. دوالیتی به تشریح چنین ارتباطی می‌پردازد که قرینگی، عکس هم عمل کردن و بیان پاره‌ای از نسبت‌ها را می‌توان ازجمله ویژگی‌های آن تلقّی کرد. به‌طورکلّی دوالیتی بیانگر تباین دو پدیده یا به معنی هماهنگی منظّمی از دو قسمت متضاد یا مکمّل از یک کل است که با یکدیگر در ارتباطی خاص هستند. منظور از دوالیتی (زوجیّت) در ژئومورفولوژی پدیده‌ی خاصّی است که با پدیده‌ای ثانوی زوج شده و اگرچه می‌توان ماهیّتی مستقل و جدا برای آنها منظور داشت، ولی پیوندی خاص بین آنها برقرار است، به‌طوری که رفتار یکی را باید در ارتباط با پدیده‌ی دیگر بیان کرد. این مقاله که برگرفته از یک طرح پژوهشی در دانشگاه اصفهان است، تلاش دارد با استفاده از روش تداخل‌سنجی راداری و با بررسی پدیده‌ی فرونشست زمین در چند دشت ایران، مفهوم دوالیتی را بیان کند. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد، اوّل اینکه برداشت مازاد از آبهای زیرزمینی، دلیل تامّه‌ی پدیده‌ی فرونشست نیست و دوم، پدیده‌ی فرونشست در دشت‌های ایران، معلول دوالیتی در تحرّکات پوسته‌ای بین دشت‌ها و کوهستان‌های مجاور آنهاست.

کلیدواژه‌ها: حرکات پوسته‌ای، دشت، دوالیتی، ژئومورفولوژی، فرونشست.

مقدمه

دوال را شاید بتوان دوگانه و دوالیتی را دوگانگی معنا کرد. واژه‌ای که ضمن دربرداشتن مفهوم تباین ضمنی، تزویج و همراهی دو پدیده را نیز بیان می‌دارد. به‌گونه‌ای که بدون یکی، دیگری نمی‌تواند مفهوم دوالیتی را مجسّم دارد. در

---

1 . Duality

* نویسنده مسئول: ۰۹۱۳۳۴۷۰۷۲۹
E-mail: mohsen_pourkhosravani_2007@yahoo.com

طبیعت پدیده‌های مختلف و به‌نسبت مجزّایی داریم که این پدیده‌ها می‌توانند با یکدیگر در ارتباط باشند؛ ولی از بین آنها بعضی پدیده‌ها روابط خاصّی دارند که این روابط را نمی‌توان با عنوان همبستگی مطرح کرد، بلکه با عنوان دوال مطرح می‌شوند. دوالیتی، قرینه‌بودن دو پدیده، عکس هم عمل کردن و پاره‌ای از نسبت‌ها را برای ما مشخّص می‌کند.

به‌طورکلّی حرکات پوسته‌ای دارای الگوها و فرم‌های متعدّدی است که از آن جمله، حرکات بالاآمدگی[1] و فرونشست[2] را می‌توان بیان کرد و به این مجموعه می‌توان حرکات همگرا و واگرا را نیز افزود. حرکت در این حوزه از دانش، اگرچه دارای مقیاس‌های خاصّی است؛ ولی پاره‌ای از این حرکات در زمین‌شناسی با عنوان حرکات زمین جنبا[3] قلمداد می‌شود که مهم‌ترین ویژگی آن تدریجی‌بودن و استمرار آن در زمان کنونی است. به‌طور معمول، حرکات پوسته‌ای در حوزه‌ی دانش زمین‌شناسی به ادوار گذشته نسبت داده می‌شوند و حرکات بسیار جدید را به نئوتکتونیک نسبت می‌دهند؛ ولی حرکات مستمر، تدریجی و آرام که در زمان حاضر بشر با آن روبه‌روست، مقوله دیگری است که با مفهوم زوجیّت در مقیاس خُرد، از نظر اندازه و در مقطع زمانی بلند و مستمر بین دو حرکت صورت می‌گیرد که از نظر ماهیّت یکی، ولی از نظر جهت، متضاد و در عین حال نوعی تزویج بین آنها انجام گرفته است. در طبیعت پدیده‌های مختلف و به‌نسبت مجزّایی داریم که این پدیده‌ها می‌توانند با یکدیگر در ارتباط باشند؛ ولی از بین آنها بعضی پدیده‌ها روابط خاصّی دارند که این روابط باعنوان دوال مطرح می‌شود. دوالیتی ابتدا در ریاضیات (مجموعه اعداد) و در فیزیک مطرح شد. در ریاضیات دوالیتی معانی مختلفی دارد، با این حال مفهومی فراگیر و مهم را در ریاضیات نوین ایفا می‌کند و موضوع عمومی و با اهمّیّتی است که کمابیش در هر حوزه از ریاضیات، جلوه‌ی خاصّ خودش را دارد. به‌طورکلّی، یک دوالیتی، مفاهیم، قضایا یا ساختارها را به دیگر مفاهیم، قضایا یا ساختارها، به‌صورت یک‌به‌یک تبدیل می‌کند که این تبدیل، اغلب همانند یک عملگر پیچشی است؛ یعنی اگر A دوگان B باشد، آنگاه B نیز دوگان A است. یا برای مثال، اگر X یک مجموعه باشد و A یک زیرمجموعه‌ی X باشد، متمّم A را در X با C (A) نمایش می‌دهیم که مجموعه‌ای از عناصر X است که در A قرار ندارند. متمّم A به‌وضوح خود A است، بنابراین یک نوع زوجیّت یا دوالیتی بین یک مجموعه و متمّم‌هایشان وجود دارد (Yang Gao, 1991: 1). بلوم گزارش می‌دهد که در تحلیل‌های اقتصاد خُرد، دوالیتی به وابستگی بین تابع سود و هزینه برمی‌گردد. این دو مفهوم به‌صورت مکمّل و در ارتباط با هم عمل می‌کنند. مفهوم دوالیتی در اقتصاد خُرد، به‌عنوان یک نتیجه‌ی منطقی از فرضیّه‌ی غیرخطّی است (Blume, 1995: 1).

منظور از دوالیتی (زوجیّت) در ژئومورفولوژی، پدیده‌ای خاص است که با پدیده‌ای دیگری زوج شده و اگرچه می‌توان ماهیّتی مستقل و جدا برای آنها منظور داشت؛ ولی پیوندی خاص بین آنها برقرار است، به‌گونه‌ای که رفتار یکی را باید در ارتباط با پدیده‌ی دیگر بیان کرد. در این پژوهش برای تبیین مفهوم دوالیتی، از پدیده‌ی فرونشست و بالاآمدگی استفاده شده است. اینکه چگونه برداشت منابع آب زیرزمینی، سبب نشست آرام و تدریجی در بسیاری از دشت‌های ایران شده، سؤال این پژوهش است و در تبیین این مطلب با روش جدیدی که به نام تداخل‌سنجی راداری شهرت دارد،

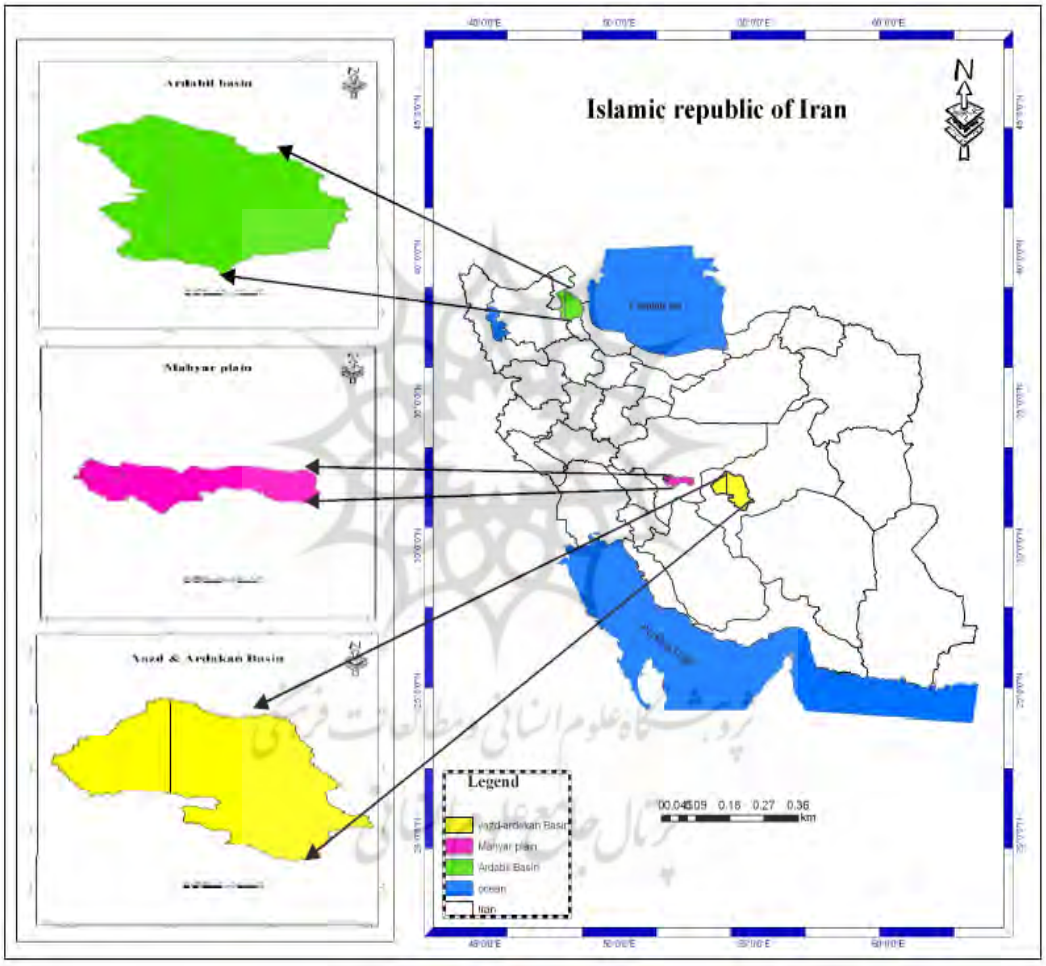
1. Up lift
2. Subsidence
3. Active tectonic

رهنمون شد. این روش ما را قادر می‌کند که بتوانیم تغییرات ارتفاعی زمین را در اندازه‌ی سانتی‌متر (حتّی میلی‌متر) در سال ارزیابی و پایش کنیم. کمابیش همه‌ی موارد گزارش شده، حکایت از فرونشست بستر دشت‌های ایران دارند. شمشکی و انتظام سلطانی (۱۳۸۳: ۳) در بررسی علّت وقوع فرونشست در جنوب‌غرب دشت تهران، اجل لوئیان و همکاران (۱۳۸۵) در مطالعه‌ی تأثیر چینه‌شناسی روی شکاف‌های زمین در دشت مهیار شمالی، لشکری پور و همکاران (۱۳۸۷: ۹۵) در رابطه با علل تشکیل شکاف‌ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر، آمیغ پی و همکاران (۱۳۸۸: ۱) ضمن بررسی فرونشست زمین در دشت یزد ـ اردکان با استفاده از روش تداخل‌سنجی راداری، غفوری و موسوی مدّاح (۱۳۸۹: ۱) در مطالعه‌ی آثار نشست زمین بر گسیختگی لوله‌های جدار چاه‌های آب در دشت مشهد، اسلامی‌زاده و همکاران در بررسی علّت شق‌های دشت یزد ـ اردکان و همچنین قاضی فرد و همکاران در بررسی دلایل ایجاد شکاف در دشت مهیار، همه اتفاق نظر داشته اند. ولی در مورد علّت این پدیده، اغلب بر اساس شنیده‌ها و گزارش‌ها، این پدیده به برداشت بی‌رویه از آبهای زیرزمینی نسبت داده شده است. اگرچه آمار برداشت از آبهای زیرزمینی در ایران رو به افزایش است و این امر منجر به این شده بود که بدون بررسی دقیق چنین دلیلی را بپذیرند. مطالعات بعدی نشان داد که کمابیش غالب دشت‌های ایران، حتّی آنها که با کاهش ورودی آب روبه‌رو نیستند (دشت اردبیل)، دچار چنین فرونشست‌هایی هستند. نکته‌ی جالب آنکه حتّی بسیاری از پژوهش‌هایی که در زمینه‌ی فرونشست با روش جدید تداخل‌سنجی راداری انجام گرفته بود، محدوده‌ی دشت‌ها را مطالعه کرده و هرگز نواحی مجاور دشت‌ها ارزیابی نشده است. در مطالعاتی که در چند حوضه مانند، یزد ـ اردکان، مهیار و اردبیل انجام گرفت، ضمن تأیید نظریه‌های پیشین که همگی حکایت از فرونشست داشتند، به این نکته نیز دقّت شد که در حاشیه‌ی دشت‌های مربوطه با نوعی بالاآمدگی اراضی نیز روبه‌رو هستیم. این پژوهش تلاش می‌کند، ضمن بررسی علّت فرونشست دشت‌های ایران، نظریّه‌ی دوالیتی را در ژئومورفولوژی بیان کند.

مناطق مورد مطالعه

دشت مهیار شمالی در ۲۵ کیلومتری جنوب اصفهان واقع شده است. این دشت در بین طول‌های جغرافیایی "۲۰، '۴۱، °۵۱ تا "۵۳، °۵۱ گسترده شده است و عرض جغرافیایی "۲۰، '۱۵، °۳۲ تا '۲۶، °۳۲ دشت را محدود کرده است. ارتفاعات حاشیه‌ی دشت از سنگهای آهکی کرتاسه تشکیل شده‌اند. این ارتفاعات به‌صورت صخره‌های مرتفع و دیوارهایی با شیب توپوگرافی تند دیده می‌شوند. پهنه‌ی دشت با رسوبات حاصل از فرسایش ارتفاعات پوشیده شده است و جریان‌های سیلابی نیز که از بخش جنوبی دشت وارد منطقه می‌شوند، سبب پُرشدن کاسه‌ی دشت از رسوبات آبرفتی شده است. چند گسل عمده که امتداد کلّی آنها با تاقدیس‌ها و ناودیس‌های منطقه موازی هستند، ارتفاعات ایرانکوه کلاه‌قاضی را تحت تأثیر قرار داده‌اند. این گسل‌ها شیب تندی دارند و در شرق منطقه ساختارهای هورست و گرابن را تشکیل داده‌اند. همچنین دشت یزد ـ اردکان در محدوده‌ی جغرافیایی '۱۵ ،°۵۳ تا °۵۵ طول شرقی و °۳۱ تا '۴۵ ، °۳۲ عرض شمالی و در بخش مرکزی استان یزد قرار دارد. گسل‌های مهمّی چون گسل مهریز ـ پوزه دمه، گسل طرزجان تفت و گسل پیشکوه تفت، منطقه را تحت تأثیر قرار داده‌اند. به نظر می‌رسد که دشت یزد ـ اردکان یک ناودیس بزرگ

باشد که قسمتی از آن به‌وسیله‌ی تشکیلات نئوژن و قسمت عمده‌ی دیگر به‌وسیله‌ی آبرفت‌های متوسّط‌دانه تا درشت‌دانه با ضخامت‌های متفاوت پُر شده است. همچنین چاله‌ی اردبیل که در استان اردبیل قرار گرفته و شهر اردبیل را در خود جای داده است. این چاله کمابیش نیمی از حوضه‌ی رودخانه‌ی قره‌سو را به‌خود اختصاص داده است. چاله‌ی اردبیل درواقع قسمت آبگیر حوضه‌ی رودخانه‌ی قره‌سو را تشکیل می‌دهد. علاوه‌بر قره‌سو، دو رود دیگر به نام‌های بالخلی‌چای و قوری‌چای در چاله جریان دارند که به رود قره‌سو ختم می‌شوند و جزء زیرحوضه‌های آن به‌شمار می‌روند.



شکل ۱. موقعیّت منطقه‌ی مورد مطالعه

مواد و روش‌ها

پژوهش پیش رو با استفاده از مطالعات میدانی و تحقیقات کتابخانه‌ای و بررسی نتایج تحقیقات پیشین در منطقه‌ی مورد مطالعه و استفاده از روش تداخل‌سنجی داده‌های راداری انجام گرفته است. روش تداخل‌سنجی راداری، اندازه‌گیری‌های تغییرات سطح زمین را در امتداد خطِ دید ماهواره انجام می‌دهد. به‌دلیل اینکه عمده تغییرات سطح زمین در فرونشست به‌صورت تغییرات ارتفاعی است، می‌توان جابه‌جایی‌های استخراج شده به‌روش تداخل‌سنجی راداری را با صرف‌نظر کردن

از تغییرات افقی سطح زمین، به‌سادگی به تغییرات ارتفـاعی تبـدیل کـرد. بـرای ایـن کـار، داده‌هـای راداری ASAR از ماهواره‌ی Envisat، برای دشت مهیار، دشت اردبیل و دشت یزد ° اردکان در قالب یک طرح پژوهشی از مرکـز فضـایی اروپا دریافت شد. سپس داده‌های به‌دست‌آمده با نرم‌افزار SAR Scape مورد تجزیه و تحلیل قـرار گرفـت و میـزان بـالا آمدگی و فرو نشست در منطقه‌ی مورد مطالعه اندازه‌گیری شد. برای حذف اثر توپوگرافی از SRTM DEM استفاده شده است.

برای بررسی تجزیه و تحلیل‌پذیر بودن داده‌ها، در نخستین مرحله باید دو سـین داده را در مقابـل هـم قـرار داده و اندازه‌ی Base line و Doppler را ارزیابی کرد. جدول شماره‌ی ۱ ارزیابی این متغیّرها را برای داده‌های مورّخ ۱۴ اکتبـر ۲۰۰۸ و ۱۷ اکتبر ۲۰۰۹ و همچنین داده‌های مورّخ ۱۷ اکتبر ۲۰۰۹ و ۱۷ ژوئن ۲۰۱۰ دشـت مهیـار، داده‌هـای مـورّخ ۳ سپتامبر ۲۰۰۹ و ۱۱ سپتامبر ۲۰۱۰ دشت اردبیل و داده‌های مـورّخ ۲۹ ژانویـه ۲۰۰۷ و ۱۴ دسـامبر ۲۰۰۹ دشـت یـزد ـ اردکان نشان می‌دهد.

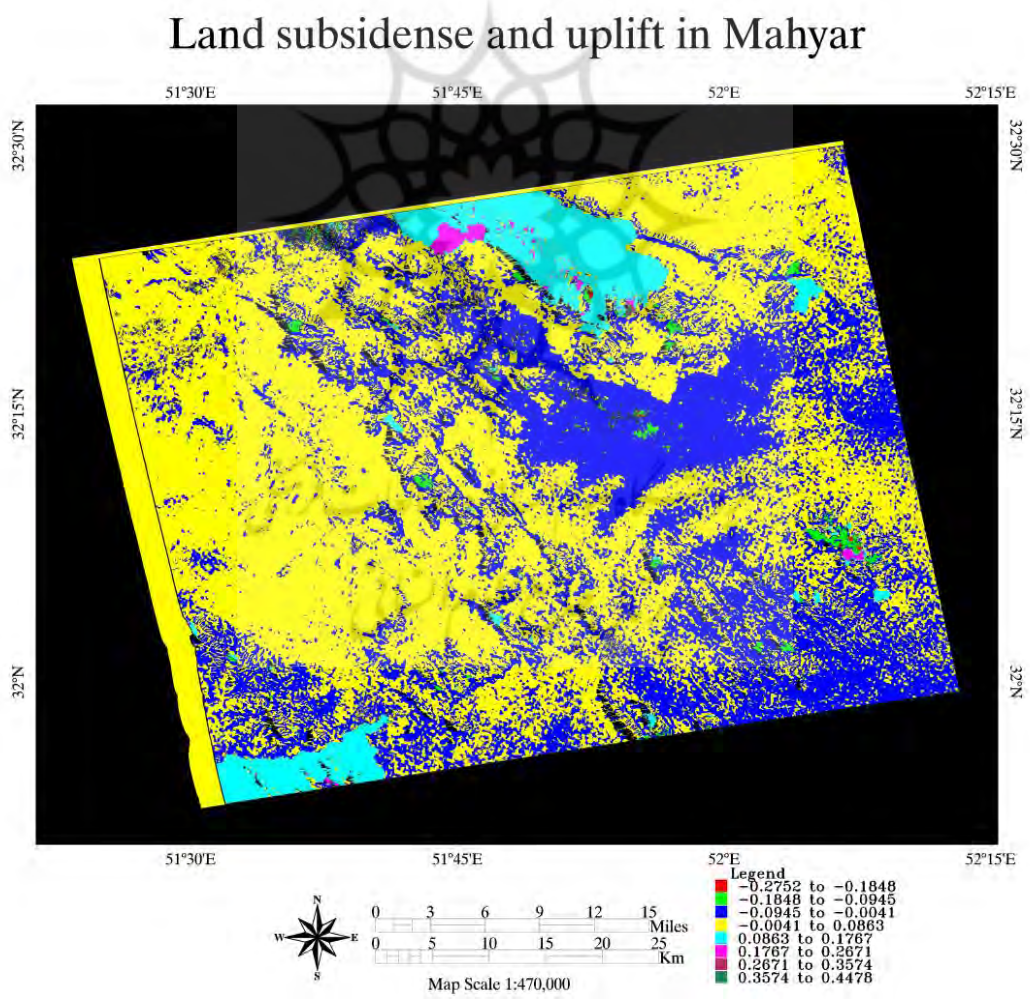
جدول ۱. مشخّصات داده‌های راداری مناطق مورد مطالعه

تاریخ	پارامتر	مقدار
2008.10.14 And 2009.10.17 Mahyar plain	Normal Base line (m)	2074.449
	Critical Base line (m)	6529.615
	Ambiguity height (m)	30.869
	Range shift (pixels)	151.983
	Azimuth shift (pixels)	-127.420
	Doppler centroid	0.054
	Critical doppler	2159. 827
2009.10.17 And 2010.6.17 Mahyar plain	Normal Base line (m)	417.779
	Critical Base line (m)	6530.124
	Ambiguity height (m)	153.424
	Range shift (pixels)	-2247.647
	Azimuth shift (pixels)	-67.746
	Doppler centroid	10.123
	Critical doppler	2157.827
2009.9.3 And 2010.9.11 Ardabil plain	Normal Base line (m)	1269.604
	Critical Base line (m)	6534.096
	Ambiguity height (m)	50.531
	Range shift (pixels)	-87.495
	Azimuth shift (pixels)	73.042
	Doppler centroid	-0.839
	Critical doppler	2159.827
2007.1.29 And 2009.12.14 Yazd-Ardakan plain	Normal Base line (m)	7.434
	Critical Base line (m)	2158.297
	Ambiguity height (m)	2483.937
	Range shift (pixels)	-4.961
	Azimuth shift (pixels)	-13.702
	Doppler centroid	5.494
	Critical doppler	1705.227

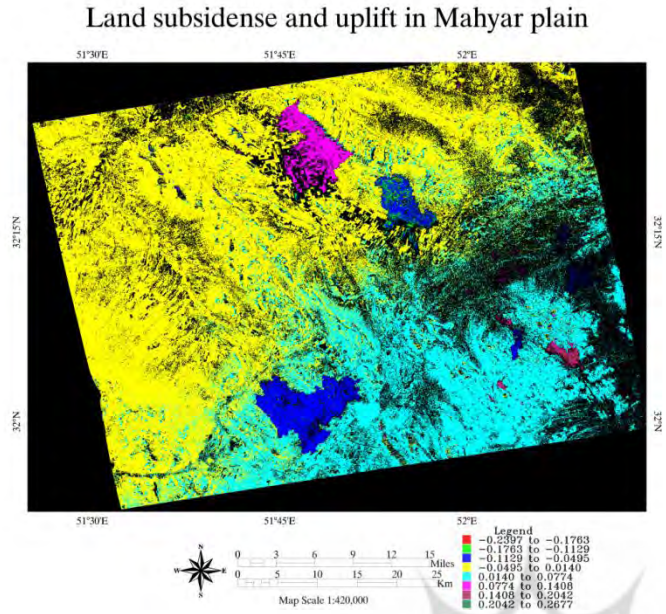
همان‌گونه که نتایج این جدول نشان می‌دهد با توجّـه بـه مقـادیر Normal Base line و Critical Base line و همچنین مقادیر Doppler centroid و Critical Doppler این داده‌ها قابلیّت بسیار خـوبی بـرای تجزیـه و تحلیـل و ارزیابی تغییرات سطح زمین را در مناطق مورد مطالعه دارند.

یافته‌های تحقیق

تجزیه و تحلیل داده‌های راداری ASAR از ماهواره Envisat ، دشت مهیار در تاریخ‌هـای ۱۴ اکتبـر ۲۰۰۸ و ۱۷ اکتبـر ۲۰۰۹ و همچنین ۱۷ اکتبر ۲۰۰۹ و ۱۷ ژوئن ۲۰۱۰، نشان می‌دهد که بیشترین بالاآمدگی در ارتفاعات کـلاه قاضـی رخ داده است و بیشترین میزان فرونشست در جوار آن، یعنی در کف دشت مهیار اتّفاق افتاده است. اشـکال شـماره‌ی ۲ و ۳، میزان فرونشست و بالاآمدگی را در دشت مهیار نشان می‌دهند.

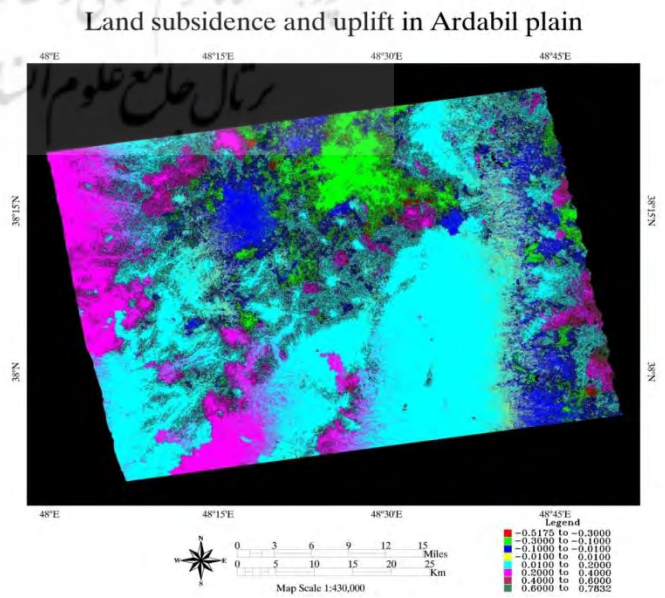


شکل ۲. نقشه‌ی میزان فرونشست و بالاآمدگی دشت مهیار (۲۰۰۸-۲۰۰۹)



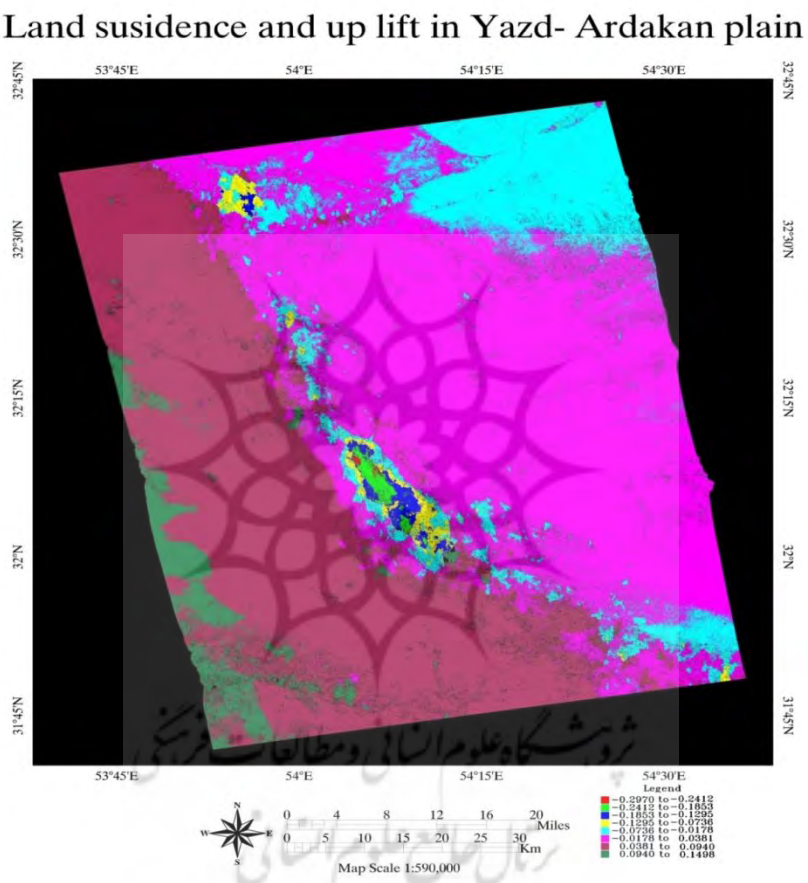
شکل ۳. نقشه‌ی میزان فرونشست و بالاآمدگی دشت مهیار(۲۰۱۰-۲۰۰۹)

هرچند نمی‌توان اثر برداشت بی‌رویه از سفره‌های آب زیرزمینی را در افزایش نرخ میزان فرونشست دشت‌ها نادیده گرفت؛ اما نتایج پژوهش نشان داد که کمابیش غالب دشت‌های ایران، حتّی آنها که با کاهش ورودی آب روبه‌رو نیستند (دشت اردبیل)، دچار چنین فرونشست‌هایی شده‌اند. شکل شماره‌ی ۴، تجزیه و تحلیل داده‌های راداری دشت اردبیل را در تاریخ ۳ سپتامبر ۲۰۰۹ و ۱۱ سپتامبر ۲۰۱۰ نشان می‌دهد. براساس این نقشه، نواحی فرونشست منطبق بر کف دشت هستند. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین میزان فرونشست در حوالی فرودگاه اردبیل است. همچنین در این نقشه، نواحی بالاآمده در ارتفاعات شرقی و غربی دشت هستند.



شکل ۴. نقشه‌ی میزان فرونشست و بالاآمدگی دشت اردبیل (۲۰۱۰-۲۰۰۹)

تجزیه و تحلیل داده‌های راداری ASAR از ماهواره‌ی Envisat، تغییرات سطح زمین در دشت یزد ـ اردکـان را در شکل شماره‌ی ۵ نشان داده است. در این نقشه، مناطق فرونشست در مرکز دشت نشان داده شده‌اند. محدوده‌ی کـوچکی در مرکز دشت دارای بیشترین میزان فرونشست است. این منطقه در مجتمع کاشی میبـد در ۱۴ کیلـومتری جـادّه‌ی یـزد میبد قرار دارد. بیشترین میزان بالا آمدگی در ارتفاعات حاشیه دشت مربوط به ارتفاعات اشترکوه، کبوتردان و چاه‌نظـر در شمال‌شرق تا شرق حوضه‌ی یزد ـ اردکان است.



شکل ۵. نقشه‌ی میزان فرونشست و بالاآمدگی دشت یزد- اردکان (۲۰۰۹-۲۰۰۷)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج به‌دست آمده از این پژوهش به‌خوبی نشان می‌دهد که مفهوم دوالیتی در ژئومورفولوژی با ویژگی‌های خـاصّ خـود قابل تبیین و تفسیر است. به‌گونه‌ای که این مفهوم می‌تواند بسیاری از یافته‌های پیشین را مورد شک و تردید قـرار دهـد. با تبیین مفهوم دوالیتی، علّت فرونشست دشت‌های ایران که تا کنون به برداشت بی‌رویه از منابع آب زیرزمینی و مدیریت منابع آب زیرزمینی نسبت داده می‌شد، رد می‌شود. به‌طوری‌که برداشت مازاد از منابع آب زیرزمینی را نمی‌توان بـه‌عنـوان علّت تامّه‌ی چنین نشست‌هایی قلمداد کرد. با توجّه به بررسی‌های حسینی (۱۳۹۰: ۳۹) و استدلال‌های وی در مورد علّت و سابقه‌ی شق‌ها در دشت یزد اردکان که بیان می‌کند، "بر اساس پژوهش‌های محلّی سابقه‌ی شق‌ها در آن منطقه، بیش از ۷۰ سال است، در صورتی که سابقه‌ی مکنده‌های دیزلی کمتر از ۴۰ سال است" و همچنین مطالعـات اسـلامی زاده و

همکاران (۲۰۱۰: ۸۱) در مورد "علّت شق‌های دشت یزد ـ اردکان" و پژوهش قاضی فرد و همکاران (۱۳۸۵: ۲۸۷) در مورد "ایجاد شکاف‌های دشت مهیار" که به‌صورت ضمنی نسبت به‌علّت چنین نشست‌هایی ابراز شک و تردید کرده بودند، مفهوم دوالیتی به‌خوبی قادر به تبیین این نشست‌ها در مقابل بالاآمدگی‌ها در مناطق مجاور است. همان‌گونه که از نتایج مطالعات تداخل‌سنجی راداری در سه دشت مهیار، یزد ـ اردکان و اردبیل به‌دست آمد، همه‌ی این حرکات فرو رو، چه در دشت‌های نواحی خشک که با برداشت بی‌رویه‌ی آب زیرزمینی روبه‌رو بوده‌اند و چه در دشت‌هایی که با مسئله‌ی مدیریت منابع آب و برداشت بی‌رویه روبه‌رو نبودند با بالاآمدگی نواحی مجاور همراه بوده است. پس به‌خوبی می‌توان نتیجه گرفت که این فرونشست‌ها نخست، به‌واسطه‌ی حرکات پوسته‌ای است و دوم، این حرکات به‌صورت زوجی با حرکات بالاآمدگی همراه است. درنتیجه می‌توان گفت که دوالیتی، نه‌تنها مفهومی است که در ژئومرفولوژی قابل تبیین است، بلکه این مفهوم می‌تواند نتایج پیشین مطالعات در مورد بسیاری از قضایا را تغییر و تبیین جدیدی در مورد علّت آنها ارائه دهد.

منابع

آمیغ پی، معصومه؛ عربی، سیاوش؛ طالبی، علی و جمور، یحیی (۱۳۸۸)، **کاربرد تکنیک تداخل‌سنجی راداری در مطالعات مناطق فرونشست**، همایش ژئوماتیک ۸۸، سازمان نقشه‌برداری کلّ کشور، تهران.

حسینی ابراهیم‌آبادی، سید ابراهیم (۱۳۹۰)، **بررسی دلایل فرونشست دشت یزد اردکان**، پایان‌نامه‌ی دوره‌ی کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی و هیدرولوژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف‌آباد.

شمشکی، امیر؛ انتظام سلطانی، ایمان (۱۳۸۳)، **بررسی اجمالی علّت وقوع فرونشست جنوب‌غرب تهران**، سازمان زمین‌شناسی و اکتشافات معدنی ایران، تهران.

غفوری، محمّد؛ موسوی مداح، سیّد محمّد (۱۳۸۹)، **بررسی اثرات نشست زمین بر گسیختگی لوله‌های جدار چاه‌های آب در دشت مشهد و ارائه‌ی راهکارهای مناسب**، پنجمین کنگره‌ی ملّی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد.

قاضی فرد، اکبر؛ اجل لوئیان، رسول و کامیاب، الهام (۱۳۸۵)، **بررسی دلایل ایجاد شکاف در دشت مهیار شمالی و تأثیر آن بر جاده‌ی اصفهان ـ شیراز**، چهارمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست ایران، دانشگاه تربیت مدرّس، تهران.

لشکری پور، غلامرضا؛ غفوری، محمّد و رستمی بارانی، حمیدرضا (۱۳۸۷)، **بررسی علل تشکیل شکاف‌ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر**، فصلنامه‌ی مطالعات زمین‌شناسی، شماره‌ی ۱، صص. ۱۱۱– ۹۵.

Ajalloeian, R., Ghazifard, A., Hashemi, M., & Kamyab, E., 2006, **Effect of Stratigraphy on Earth Fissuring in the Northern Mahyar Plain, Iran,** The Geological Society of London, IAEG .London.

Amighpey, M., Arabi, S., Talebi, A., and Jamour, Y, 2009, **Application of Radar Interferometric, Techniques in the Areas of Subsidence**, Geomatics 88, Surveying Organization of Iran Country, Tehran.

Blume, L., E., 1995, **Duality, for the New Palgrave Dictionary of Economics**, 2nd Ed, Blacksburg , USA.

Eslamizadeh, A., Samanirad, SH., 2010, **Studied Land Subsidence and Fissuring due to Ground Water Withdrawal in Yazd- Ardakan Basin Central Iran,** International Journal of Environmental and Earth Sciences, No 71, PP 535-538.

Ghafoori, M., Mousavi, S.M., 2010, **The Effects of Land Fragmentation on the Wall of Tube Wells in Mashhad Plain and Provide Appropriate Solutions,** the Fifth National Congress of Civil Engineering, Ferdosi University of Mashhad.

Ghazifard, A., Hashemi, M., Ajalloeian, R., and Kamyab, E., 2006, **Review the Reasons for the Gap Created in the Northern Plains Mahyar and Its Impact on the Road to Isfahan - Shiraz,** Fourth Conference Earth of Engineering and Environment Biology, Iran, Tarbiat Modarres University, Tehran.

Hosseini Ebrahim Abadi, S.E., 2011, **The Subsidence and It Effect on Aquifers in Yazd Plain (Rostagh Region),** Faculty of Literature & Humanities- Department of Geography M.A. Thesis on Geography Physical ˚ Geomorphology- Hydrology, Islamic Azad University, Najaf Abad Branch.

Lashkari Pour, GH., Ghafouri, M., and Rostami barani, H., 2008, Causes **the Formation of Cracks and Ground Subsidence in the Kashmar West Plains,** Journal of Geology, No.1, PP 95-111.

Shemshaki, A. and Entezam soltani, I., 2004, **Overview of the Sinking of the South West of Tehran,** Geological Survey and Mineral Exploration of Iran, Tehran.

Yang Gao, D., 1999, **Duality – Mathematics**, John Wiley & Sons, Inc., Vol. 6, PP.68-77.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Duality in Geomorphology

Pourkhosravani M.*
Ph.D. Candidate in Geomorphology, College of Geographical Science and Planning, University of Isfahan
Ramesht M.H.
Prof. in Geomorphology, Dep. of Geography and Planning, The University of Isfahan
Almodaresi S.A.
Assistant Prof., Dep. of Civil Engineering, Islamic Azad University of Yazd

Received: 10/04/2012 Accepted: 18/09/2012

Extended Abstract

Introduction

Some of phenomena have certain relationships which cannot be raised as correlation, but they considered as duality. Concept of duality is regarded when a phenomenon with another phenomenon is dual. Although each of these phenomena are independent in nature, there is a relationship between them. So, we will analyze the behavior of phenomena in relation to other phenomena.

Earth subsidence has been one of the important issues jeopardizing environment and there are many studies, which blame shortage of underground water resources for having uplift and subsidence. However, many argue such conclusion and believe that earth subsidence has been studied in the past without considering the changes in the hill over a long period. In this study, we use SAR interferometry study to investigate earth subsidence in many plains of Iran and explain duality theory in the geomorphology. Concept of duality in geomorphology is mostlyrely on the land subsidence and the uplift in the adjacent hills.

Mahyar plain is located 25 kilometers south of city of Isfahan, Iran. The region is covered with calcareous rocks of cretaceous and there are many rocky mountains. Many sediment erosions cover the areas of desert and there are various faults.Yazd- Ardakanregion is located in central part of Yazd and it contains many well-known faults. Ardabil plain is located in west northern part of Iran.

Methodology

In order to achieve the aims of research in this paper, the following stages and procedures are to be considered:

- Studying and examining of the documents relevant to the plains in Iran and the amount of their subsidence,
- Selecting, three plain (Mahyar with Yazd ˚ Ardakan and Ardabil) in different formation

*E-mail: mohsen_pourkhosravani_2007@yahoo.com Tel: 09133470729

system for research,

- Analysis of acquired data using SAR Scape software,
- Providing and processing the radar data from the study area and applying the method of radar wave's interference measuring in two certain time frames.

Radar interference measuring can help us explain this issue. This method enables us to assess height changes of the earth in centimeter scale per year. The processing of SAR interferometric data is a complex procedure. Based on the quality of the datasets, the performance of each processing step is crucial. To summarise, the interferometric processingconsists of the following steps:

(1) image registration,

(2) calculation of modulate phase difference,

(3) phaseunwrapping and geocoding.

Results and Discussion

Data analysis of Envisat Satellite (Alospalsar) in Mahyar plain shows the land subsidence of plain has been synchronized with uplift occurred in the mountains of adjacent plains. The results show that most uplift is in the Kolah Ghazi Mountain and the rate of subsidence is increasing towards the center of plain. The results indicate that the maximum subsidence in Yazd-Ardakan belongs to a Tile producer located 14 kilometers from the road of Yazd-Meibod. In addition, the maximum uplift is North-East to east part of desert of Yazd-Ardakan.

The analysis of radar data into the Ardebil plain on 3 September 2009 and 11 September 2010 shows the highest rate of subsidence in Ardabil airport and the highest uplift in the adjacent hills.

Conclusion

Although the effect of irregular exploitation of water resource can be linked to an increase in land subsidence, the main cause of land subsidence in the plains of Iran is the simultaneousness raising the subsidence in the floor of plains and adjacent mountains. These processes, as a series, act together and coordinate in reverse order. This is called duality in geomorphology. Although each of these phenomena is independent in nature, there is a relationship between them.

Keywords: Duality, Geomorphology, Plain, Subsidence, Uplift, Iran.