

سیر تحولات نظریه سوبسیدانس از داروین تا دورن کامپ

علیرضا شهبازی* - دانشجوی دکترای ژئومورفولوژی، دانشکده علوم جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان
محمد حسین رامشت - استاد ژئومورفولوژی، دانشکده جغرافیایی و برنامه‌ریزی، دانشگاه اصفهان

پذیرش مقاله: ۱۳۹۲/۰۷/۱۳ تأیید نهایی: ۱۳۹۲/۱۱/۱۴

چکیده

عوامل پرشماری در سیر تحول نظریه پردازی مؤثر است و گاه به شیوه‌های گوناگونی تبیین و تشریح شده است، از جمله این ایده‌ها، می‌توان به سوبسیدانس، یکی از رخدادهای ژئومورفولوژیکی اشاره کرد که دچار چنین دگرگونی مفهومی در بستر زمان شده است. قدر مسلم آنست که واژه سوبسیدانس در نشست‌های علمی، نه تنها به منزله یک پدیده، بلکه بار مفهومی یک نظریه را همواره همراه داشته است. این نظریه از آغاز طرح داروین در سال ۱۸۳۹ تا کنون، تحولات مفهومی و معنایی خاصی را پشت سر گذارده است. پژوهش حاضر که برگرفته از یک طرح پژوهشی در دانشگاه اصفهان است با تأکید بر تحلیل مفهومی مکتوبات پانزده نفر از صاحب‌نظران و کابران اصلی این واژه، تلاش دارد از تحلیل متن این مکتوبات، روند تحولات نظریه سوبسیدانس و تغییر دیدگاه‌های پیرامون آن را طبقه‌بندی و ارزیابی کند. از مجموعه این نوشتار می‌توان چنین نتیجه گرفت: یک نخستین بار داروین در سال ۱۸۳۹ این مفهوم را در حوزه رسوب‌شناسی و ژئومورفولوژی به کار گرفت و مکتب استدراج و مفهوم همبستگی یونیفورمی تاریانیسم را از بُعد نظری پشتیبانی کرد؛ (دو واژه سوبسیدانس دارای بار مفهومی در حوزه نظری است و نباید آن را به منزله یک پدیده ژئومورفولوژیک صرف مطرح کرد.

کلیدواژه‌ها: دوال، ژئومورفولوژی، سوبسیدانس، گرجوال (استدراج)، یونیفورمی تاریانیسم (همبستگی).

مقدمه

مفاهیم، ادبیات و واژه‌های علمی، گاهی در بستر زمان دستخوش تغییر و تحول می‌شوند. از جمله واژه‌های مهم و اساسی در علوم محیطی و زمین‌شناسی که از چنین سازوکاری به‌دور نمانده، واژه سوبسیدانس^۱ است. اگرچه این واژه در علوم مختلف و حتی دندان‌پزشکی هم به کار گرفته شده، ولی تغییر در مفاهیمی که بر آن مترتب بوده است، قابل تأمل و

منحصربه‌فرد است. این واژه که در مفهوم یک پدیده ژئومورفولوژیکی از آن یاد می‌شود، در زمین‌شناسی به یک نظریه تبدیل می‌شود و با طرح آن، سلسله‌ای از مفاهیم دیگر رخ می‌دهد؛ به گونه‌ای که مکاتب خاصی را در حوزه علوم زمین‌شناسی به وجود آورده و تحولات عمیقی را در باورهای این دانش سبب می‌شود.

این واژه را داروین نخستین بار در سال ۱۸۳۹ به کار گرفت و از آن تاریخ تا کنون، تحولات مفهومی و معنایی خاصی را پشت سر گذارده است و به طبع آن، دستاوردهای مکتوب و کاربردی متفاوتی را نیز به دنبال داشته است.

پدیده سوبسیدانس همواره مورد توجه محققان متعددی بوده است. برای مثال از داروین (۱۸۳۹)، هال (۱۸۵۹)، دانا (۱۸۷۳)، اشتیله (۱۹۴۰)، کی (۱۹۵۱) می‌توان نام برد. لافگرین (۱۹۶۳) رخداد سوبسیدانس را بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی و معادن زیرزمینی، مانند نفت و زغال سنگ می‌داند. ابوین (۱۹۶۵) رخداد سوبسیدانس را در ژئوسنکلینال‌ها بررسی کرد. جنینگز (۱۹۶۶) فرایند انحلال در سازندهای دولومیتی را عامل طبیعی سوبسیدانس معرفی کرده که این فرایندها عموماً با فعالیت‌های انسان ساخت همراه است. ادلمن (۱۹۵۴) و اسملی (۱۹۶۷)، علت رخداد سوبسیدانس در آلاسکا و حوضه دریای شمال را نتیجه عملکرد زلزله مارس ۱۹۶۴ و حرکات پوسته‌ای در مقیاس گسترده می‌دانند. آلن (۱۹۶۹) سوبسیدانس را پدیده‌ای می‌داند که عامل ایجاد آن فعالیت‌های انسانی است. گابریچ (۱۹۸۴) وقوع سوبسیدانس را نتیجه کاهش فشار در چاه‌های آرتزین و عقب‌نشینی آب در سفره‌های آب زیرزمینی معرفی می‌کند.

پولاند (۱۹۸۸) پدیده سوبسیدانس را به کاهش سطح آب در چاه‌های آرتزین و افزایش فشار و استرس وابسته به زمان در رسوبات بیان کرد. کوک و دورنکامپ (۱۹۹۰) سوبسیدانس را ناشی از عوامل طبیعی و انسانی معرفی کردند. گوالی و جونز (۲۰۰۰) علت سوبسیدانس در دلتای سان‌جو آکوین را زهکشی خاک‌های آن منطقه دانستند. لیک (۲۰۰۱) در حوزه آبخیز نیومکزیکو، آریزونا و نوادا، ضمن اندازه‌گیری سطح آبهای زیرزمینی، به این نتیجه رسید که سوبسیدانس در مناطقی از این ناحیه روی داده است که از رسوب‌های متراکم و ریزدانه‌ای چون رس و سیلت تشکیل شده و سطح آبهای زیرزمینی منطقه در نتیجه پمپاژ کاهش یافته است.

پول (۱۹۹۲) با آزمایش خصوصیات فیزیکی منطقه، مانند میزان ضخامت رسوب‌ها، میزان تراکم‌پذیری و اندازه‌گیری بافت رسوب‌ها و اندازه‌گیری وزن مخصوص در قسمت هواگیر و سفره آبدار، به علل و میزان نشست زمین در حوضه پیکاچوی آریزونا پی برد.

قاضی‌فرد، اجل لوثیان و کامیاب (۱۳۸۵)، کامیاب (۱۳۸۴)، حسینی (۱۳۹۰)، کمک‌پناه (۱۳۸۶) و زارعی و رامشت (۱۳۹۰)، نسبت به این موضوع تردید کرده‌اند، گفته می‌شود علت اصلی سوبسیدانس سطح زمین و ایجاد شق، می‌تواند مؤلفه‌های دیگری چون اکتیو تکتونیک^۱ و گسل‌ها باشد.

طباطبایی (۱۳۶۵)؛ بهادران (۱۳۷۱)؛ شمشکی، انتظام و سلطانی (۱۳۸۳)؛ پاکروان (۱۳۸۴)؛ رحمانیان (۱۳۸۶)؛ لشکری‌پور (۱۳۸۷)؛ آمیغ‌پی، عربی، طالبی و جمور (۱۳۸۸) و غفوری و موسوی مداح (۱۳۸۹)، علت تامه سوبسیدانس و ایجاد پدیده شق را به برداشت بی‌رویه آب از سفره‌های آب زیرزمینی نسبت داده‌اند.

پورخسروانی و رامشت (۲۰۱۲: ۱۹۷)، بیان می‌کنند که فرونشست دشت‌ها، در یک سیستم تعادل و همزمان با پدیده بالآمدگی در ارتفاعات مجاور آنها صورت می‌گیرد. آنان این موضوع را با عنوان دوآلیتی^۱ مطرح کرده‌اند و معتقدند، فرونشست زمین در دشت‌های داخلی، بیشتر از آنکه مربوط به برداشت بی‌رویه از آبهای زیرزمینی باشد، ناشی از حرکات پوسته‌ای نرم، آن هم به صورت زوجی برای رسیدن به تعادل بوده است.

هدف از این نوشتار که برگرفته از یک پژوهش تجربی در دانشگاه اصفهان است، بیشتر معطوف به سیر تاریخی تحولات مفهومی واژه سوبسیدانس در علوم زمین بوده و تلاش دارد با دنبال کردن تغییرات مفهومی که این واژه در طول زمان متحمل شده، نحوه تغییر باور دانشمندان در مورد یک پدیده ژئومورفیک را مشخص کند.

مواد و روش‌ها

اگرچه این مقاله برگرفته از طرحی تجربی بر اساس یک مدل آزمایشگاهی است، ولی تدوین آن در زمره مقالات مروری قرار می‌گیرد؛ بدین گونه که بر اساس گزارش‌های منتشرشده پانزده نفر از پیشکسوتان دانش ژئومورفولوژی و زمین‌شناسی، مفهوم سوبسیدانس استخراج و سپس بر اساس موضوعی که آنها بدان پرداخته‌اند، در سه طیف زمین‌شناسی، ژئومورفولوژی - تکتونیک و هیدرولوژی دسته‌بندی و سیر تغییرات مفهومی آن بر اساس زمان طرح، در قالبی تحلیلی - قیاسی تبیین شده است.

پانزده تن از پیشکسوتانی که گزارش‌های آنان در این تحلیل مقایسه و کالبدشکافی شده است، عبارتند از: داروین (۱۸۳۹)، هال (۱۸۵۹)، دانا (۱۸۷۳)، اشتیله (۱۹۴۰)، کی (۱۹۵۱)، ادلمن (۱۹۵۴)، لافگرین (۱۹۶۳)، ابوین (۱۹۶۵)، جنینگر (۱۹۶۶)، اسملی (۱۹۶۷)، آلن (۱۹۶۹)، کابریج (۱۹۸۴)، پولاند (۱۹۸۸)، کوک و دورنکامپ (۱۹۹۰).

در روش تحلیل محتوا که متکی به توصیف عینی و کیفی محتوایی مفاهیم، متن‌ها و پدیده‌ها به صورت سامان‌مند است، ابتدا مبانی نظری هر کدام از افراد فوق پیرامون رخداد سوبسیدانس استخراج و به روش مقایسه‌ای و برحسب الگوی تعبیری آنها از این پدیده، دسته‌بندی و مورد ارزیابی قرار گرفته است. این ارزیابی‌ها، بازه زمانی صدوپنجاهویک‌ساله از سال ۱۸۳۹ تا ۱۹۹۰ را در برمی‌گیرد.

یافته‌های پژوهش

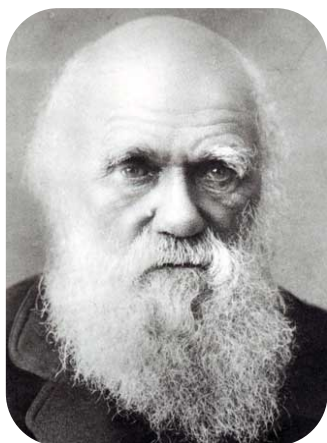
همان گونه که در تاریخ فناوری و دانش، سیر تحول یک فن می‌تواند در ترمیم و توسعه فکری آیندگان مؤثر و ایده‌ساز باشد، بی‌تردید پرداختن به تاریخ نظریه‌ها نیز تأثیر مطلوبی در تفکر محققان و پژوهشگران جوان‌تر خواهد داشت و در پختگی و پروردگی فکری آنان، نقش مطلوبی می‌تواند داشته باشد.

مفهوم سوبسیدانس یکی از واژه‌هایی است که بار معنایی آن بیشتر از مفاهیم عادی آن است و بی‌اغراق باید به این حقیقت معترف بود که مفهوم یک نظریه را حامل است. این نظریه ضمن تبیین بسیاری از مفاهیم در مورد حرکات

پوسته زمین، ارتباط خود را با حیات جانوری از یک سو و هم‌دیدبودن خود را با پدیده تکتونیک هم بیان می‌دارد. واژه سوبسیدانس، نخستین بار در ادبیات زمین‌شناسی و آن هم در قلمرو نظریه‌های زمین‌شناسی به کار گرفته شده است و تحول عمیقی را در دیدگاه زمین‌شناسان و ژئومورفولوژها به وجود آورد. داروین با طرح مفهوم سوبسیدانس، یکی از رازهای زمین‌شناسی را بر ملا کرد و آنها را در پاسخ به یکی از سؤال‌های بی‌پاسخ زمین‌شناسی، یاری داد.

الف) اندیشه‌های سوبسیدانس در حوزه زمین‌شناسی

چارلز داروین



داروین در سال ۱۸۳۹ نخستین بار مفهوم سوبسیدانس را در حوزه رسوب‌شناسی و ژئومورفولوژی به کار گرفت و بعدها این مفهوم پشتوانه مصادیقی چون استدراج^۱ و اصل هم‌شکلی^۲ قرار گرفت. داروین براساس اصل زیستی مرجان‌ها بیان می‌کرد که در شرایط محیطی امروز، مرجان‌ها در ژرفای کم دریا زندگی می‌کنند، اما صخره‌های مرجانی پیدا می‌شد که بیشتر از ۷۰۰ متر ضخامت داشتند. این واقعیت‌ها در حوزه رسوب‌شناسی توجیه‌کردنی نبود، ولی داروین با طرح مسئله فرونشینی کف حوزه‌های رسوبی همزمان با رشد تدریجی و آرام مرجان‌ها، اثبات کرد که ضخامت زیاد مرجان‌ها، دلیلی بر نقص اصل یونیفورمی تاریانسیسم نیست،

بلکه رابطه استدراجی بین رشد و حیات زیستی مرجان‌ها و فرونشینی آرام رسوب‌ها سبب می‌شد که همواره شرایط زیستی آنها ثابت بماند و در نتیجه، افزایش ضخامت رسوب‌های مرجانی، دلیل بر تغییر شرایط زیستی (عمق، نور، pH و شوری) آنها نمی‌تواند تلقی شود (کندی، ۱۹۹۲: ۲۴۰).

به‌طور کلی می‌توان نتیجه گرفت در مفهومی که داروین از سوبسیدانس ارائه داده، تنها به یک پدیده با نام فرونشینی بسنده‌نکرده و ضمن دربرداشتن معنای خاص (رسوب‌گذاری همراه با فرونشینی آرام در حوزه‌های رسوبی)، بار یک نظریه زمین‌زیست‌شناسی را نیز حامل است و مفاهیم مهمی چون، یونیفورمی تاریانسیسم و استدراج‌گرایی برپایه چنین نظریه‌ای، صحت و دقت خود را به عاریه می‌گیرند. این مفهوم سبب شد اولاً مفهوم یونیفورمی تاریانسیسم به‌ابعاد چند میلیون سال پیش برگردد و بر آن نکته تأکید ورزد که مرجان‌ها در دریاها در چند میلیون سال قبل نیز در همان شرایطی زیست می‌کرده‌اند که امروز زیست می‌کنند. از سوی دیگر سوبسیدانس با توجه به تعابیری که داروین در مورد فرونشست حوزه‌های کم‌عمق بیان می‌داشت، نشان می‌داد عمر سنگ‌ها و صخره‌های زمین، بسیار بسیار قدیمی‌تر از ارقامی بود که در آن زمان برای عمر زمین ارائه شده بود (۶۰۰۰ سال).

1. Gradual
2. Uniformitarianism

وی بیان کرد، همان مقدار که مرجان‌ها رشد کرده بالا می‌آیند، سطح زمین اندک‌اندک پایین می‌رود و رخداد سوبسیدانس را به فعالیت‌های بیولوژیکی^۱ مرجان‌ها نسبت داد (کندی، ۱۹۹۲: ۲۴۰). هاتن، بنیان‌گذار اصلی نظریه گرجوال، نحوه تحول و تکامل کره زمین را به ماشینی شبیه می‌دانست که از قوانین نیوتونی پیروی می‌کرد. نتایج مطالعات هاتن در مورد تغییر اشکال سطح زمین، حاکی از سیر تدریجی و گام‌به‌گام تحولات کره زمین بود و این نتایج منجر به ارائه نظریه گرجوالیسم شد. مطالعه سطح زمین بر اساس نظریه گرجوالیسم نشان داد که برخلاف دیدگاه کاتاستروفیسم‌ها^۲ و نظریه کلیسا، عمر کره زمین به مراتب بیش از شش هزار سال است و این دستاورد بنیان علم زمین‌شناسی را به‌طور کلی دگرگون کرد (کندی، ۱۹۹۲: ۲۳۳).

تأثیر و نفوذ افکار داروین در اندیشه و تفکر دانشمندان هم‌عصرش بسیار وسیع و گسترده بود؛ به‌گونه‌ای که این افکار منجر به طرح چارچوب معرفت‌شناسی شد و تأثیرات بنیادینی در دانش ژئومورفولوژی مدرن نیز داشت.

جیمز هال



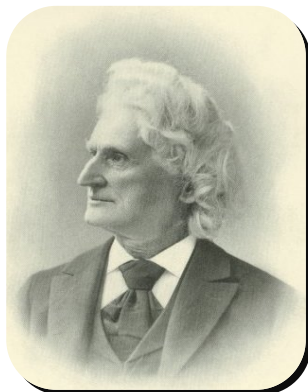
DR. JAMES HALL
New York State Geologist since 1837

هال، از جمله افراد دیگری است که واژه سوبسیدانس را در نظریه‌های خود به‌کار گرفت. وی در سال ۱۸۵۹ سوبسیدانس را در یک مفهوم کلیدی در ژئوسنکلینال^۳ مطرح کرد و آن را عامل و موتور اصلی ایجاد کوه‌ها و کمربندهای کوه‌زایی معرفی کرد که در میان ژئوسنکلینال به‌واسطه پدیده سوبسیدانس رخ می‌دهد. هال برای اولین بار توالی فراوان و بسیار ضخیمی از رسوب‌های ماسه‌سنگی، کربنات‌ها و شیل‌های رسوب‌گذاری‌شده در نواحی کم‌عمق دریا که موجب ایجاد پدیده اینترفیرینگ^۴ می‌شود را تشخیص داد و رخداد سوبسیدانس را عامل اصلی ضخیم شدن رسوب‌های دریا‌های کم‌عمق دانست و چین‌خوردگی و دگرگونی آنها را نیز به سوبسیدانس نسبت داد. هال هنگام مطالعه کوه‌های آپالاش به این نتیجه رسید که این کوه‌ها بایستی در نتیجه بالا آمدن رسوب‌های ضخیم حوضه‌ای که سوبسیدانس در آن رخ داده، به‌وجود آمده باشند (موسوی حرمی، ۱۳۷۹: ۴۳۷).

از نظرات هال می‌توان چنین استدلال کرد که انباشتگی رسوب‌ها و رخداد سوبسیدانس، عامل اصلی چین‌خوردگی و دگرگونی در ژئوسنکلینال است و سوبسیدانس موجب‌شده در حاشیه ژئوسنکلینال، رسوبات اینترفیرینگ ایجاد شود و وجود تکرار تناوبی از رسوبات ماسه، رس، آهک و شیل در حاشیه ژئوسنکلینال‌ها نتیجه چنین فرایندی است.

1. Biologic
2. Catastrophism
3. Geocynclinal
4. Interfieriing

جیمز وایت دانا



دانا یکی دیگر از زمین‌شناسانی است که برای بیان نظرات خود از رخداد سوبسیدانس در نظریه ژئوسنکلینال استفاده کرد. وی در سال ۱۸۷۳ نظریه هال را رد کرد و اظهار کرد، رخداد سوبسیدانس را نمی‌توان عامل ایجاد کوه‌زایی در ژئوسنکلینال دانست، بلکه کوه‌زایی بر اثر فشار جانبی وارده بر رسوب‌ها حاصل می‌شود. دانا علت سوبسیدانس حوضه رسوبی را ناشی از فشارهای مماسی یا انقباضی می‌داند و منشأ فشارهای مماسی و جانبی انقباض کره زمین و میزان سوبسیدانس را به حجم رسوب‌های وارده به حوضه‌های رسوبی نسبت می‌داد.

دانا در تعریف ژئوسنکلینال، از پدیده سوبسیدانس که رسوب‌های ضخیم مسبب ایجاد آن است، نام برده و در برابر ژئوسنکلینال اصطلاح ژانتی کلینال را نیز به کار می‌برد. وی این اصطلاح را به مناطقی اطلاق می‌کند که در حاشیه نقاط در حال سوبسیدانس، یعنی در حاشیه ژئوسنکلینال‌ها قرار دارند. وی معتقد است این مناطق به‌طور مداوم در حال بالا آمدن بوده و نقش برقراری تعادل را به‌عهده دارد (سید امامی، ۱۳۵۱: ۴۴).

مهم‌ترین تفاوت نظریه دانا و هال آنست که دانا عمل کوه‌زایی را به سوبسیدانس نسبت نمی‌دهد، ولی هال سوبسیدانس را عامل اصلی چین‌خوردگی و دگرگونی در ژئوسنکلینال می‌داند و فرایند کوه‌زایی را از بالازدگی^۲ کاملاً تفکیک کرد و بر وجود مناطق در حال بالا آمدن در جوار مناطق در حال سوبسیدانس تأکید دارد. با این وصف هر دو این زمین‌شناسان در مورد ضخیم‌شدن رسوبات به‌واسطه سوبسیدانس، هم‌عقیده هستند.

نظریه اشتیله



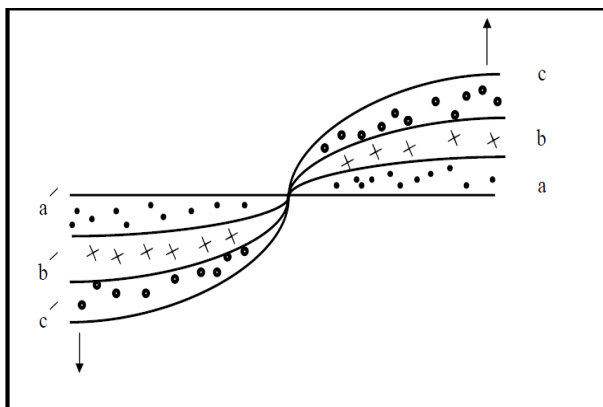
اشتیله زمین‌شناس آلمانی در خلال سال‌های ۱۹۱۳ تا ۱۹۴۰ مقاله‌های متعددی درباره ژئوسنکلینال و نقش سوبسیدانس در آن منتشر کرده است. وی اعتقاد شدیدی به سوبسیدانس داشت و بر این باور بود که رخداد سوبسیدانس برای تشکیل رسوبات ضخیم کافی نیست، بلکه وجود یک منطقه در حال فرسایش هم لازم است تا بین سوبسیدانس و بالا آمدن تعادل برقرار شود.

اشتیله نیز همانند دانا، از مفهوم تعادل بین مناطق در حال سوبسیدانس و مناطق مجاور که در حال بالا آمدن هستند، صحبت کرده است با این تفاوت که وجود یک منطقه در حال فرسایش را هم لازم می‌داند (سید امامی، ۱۳۵۱: ۴۶).

اشتیله معتقد بود سوبسیدانس سبب به‌وجود آمدن رسوب‌های اینترفیرینگ در حاشیه ژئوسنکلینال و تناوبی از رسوبات ماسه، آهک، رس و شیل می‌شود. این سازوکار مستلزم آن است که در مجاورت ژئوسنکلینال‌ها اراضی بالا آمده،

1. Geantyclinal
2. Uplift

تحت تأثیر یک فاز شدید فرسایشی تخریب شده و به درون ژئوسنکلینال حمل شود. بنابراین رسوب‌های بالآمده منطقه مجاور، پس از فرسایش در کف دریا‌های معرفت‌الارض، ترسیب یافته و نیمرخ و وارونه را ایجاد خواهند کرد (شکل ۱).



شکل ۱. نوعی وارونگی حاصل از تخریب و ترسیب در رسوبات کف دریا‌های معرفت‌الارضی و مناطق مجاور

نظریه کی

کی زمین‌شناس دیگری است که در سال‌های ۱۹۵۱-۱۹۴۲ مطالعات زیادی درباره ژئوسنکلینال‌ها و رخداد سوبسیدانس در آن داشته است. وی با استفاده از مفهوم سوبسیدانس، ژئوسنکلینال را توصیف کرده و اظهار می‌کند که ژئوسنکلینال عبارت است از یک منطقه گسترده که با رخداد شدید سوبسیدانس همراه است و کوه‌زایی از ویژگی‌های آن نیست. کی با استفاده از مفهوم سوبسیدانس، دو نوع ژئوسنکلینال را شناسایی کرد: یک) ایوژئوسنکلینال^۱ و دو) میو ژئوسنکلینال^۲ (موسوی هرمی، ۱۳۷۹: ۴۳۸).

لافگرین

لافگرین یکی از محققان حوزه آب‌شناسی است که پدیده سوبسیدانس را در دره سان ژواکویین^۳ بررسی کرده و رخداد سوبسیدانس را به عوامل انسان ساخت نسبت داده است. وی معتقد است سوبسیدانس در مناطقی رخ می‌دهد که انسان سطوح زیرین را دگرگون ساخته و مورد بهره‌برداری گسترده قرار داده است. وی بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی، معادن زیرزمینی مانند نفت، زغال سنگ و نمک را عامل اصلی فرونشست در مناطق شهری و صنعتی می‌داند. لافگرین در سال ۱۹۶۳، رخداد سوبسیدانس در دره سان ژواکویین را بررسی و علل سوبسیدانس در این منطقه را به عوامل زیر نسبت می‌دهد:

۱. سوبسیدانس به دلیل تراکم سفره‌های آب زیرزمینی، ناشی از برداشت بیش از حد آب زیرزمینی؛

۲. سوبسیدانس محلی، ناشی از استخراج مایعات و سیال‌هایی چون نفت و گاز (لافگرین، ۱۹۶۳: ۱۷۱).

لافگرین اگرچه در گروه زمین‌شناسان قرار دارد، اما نخستین محقق است که رخداد سوبسیدانس را به بهره‌برداری

بیش از حد منابع آب زیرزمینی نسبت داده است.

1. Eugeosyncline
2. Miogeosyncline
3. San Joaquin valley California

نظریه ابوین



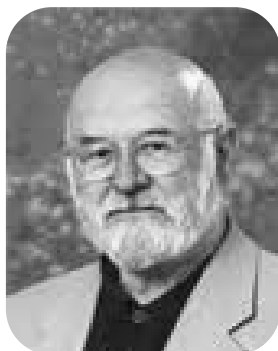
نظر ابوین در مورد ژئوسنکلینال‌ها، همانند هال، دانا، اشتیله و کی است و از مفهوم سوبسیدانس بهره‌گرفته و ژئوسنکلینال را معادل اورتوژئوسنکلینال^۱ اشتیله یا ژئوسنکلینال اولیه دانشمندان روسی می‌داند (سید امامی، ۱۳۵۳: ۵۱).

در سال ۱۹۶۵ با تشکیل کارگروه سوبسیدانس در سازمان یونسکو، بررسی‌ها و مطالعات پژوهشگران زمین‌شناس تغییر جهت یافت و به رخدادهای هیدرولوژیک معطوف شد. با آغاز بررسی‌های تفصیلی در مورد چهل‌ودو فرونشست در پانزده کشور، این تحول به‌وجود آمد و در پی این مطالعات، یونسکو نخستین برنامه جهانی خود را برای چرخه‌های آب‌شناختی آغاز و در سال ۱۹۷۵، گروه کاری فرونشست در پاریس شکل گرفت. اساس کار این کارگروه همان‌گونه که اشاره شد، بیشتر معطوف به بررسی و ارتباط این پدیده با آبهای زیرزمینی بود.

جنینگز

جنینگز از محققان زمین‌شناسی است که در سال ۱۹۶۶ رخداد سوبسیدانس را در منطقه ترانس والا در شمال آفریقا مورد بررسی قرار داد. وی فرایند انحلال در سازندهای دولومیتی را عامل اصلی طبیعی سوبسیدانس معرفی کرد که این فرایند عموماً با فعالیت‌های انسان‌ساخت همراه است (جنینگز، ۱۹۶۶: ۴۱).

ادلمن و اسملی



ادلمن (۱۹۵۴) و اسملی (۱۹۶۷) دو نفر از محققان حوزه زمین‌شناسی هستند که علت رخداد سوبسیدانس را در آلاسکا و حوضه دریای شمال، به زلزله مارس ۱۹۶۴ و حرکات پوسته‌ای در مقیاس وسیع نسبت داده‌اند (اسملی، ۱۹۶۷: ۲۶۷). به گفته دیگر، این محققان اگرچه نیروهای طبیعی را در بروز سوبسیدانس مؤثر دانسته‌اند، ولی متن استنادات آنها با متقدمان بسیار متفاوت است.

آلن

آلن در سال ۱۹۶۹، عوامل بالقوه پدیده سوبسیدانس را به فرایندهای زمین‌شناسی و فعالیت‌های انسان‌ساختی که سبب تشدید فرایندهای طبیعی می‌شود، نسبت داده و با ارائه شواهد زمین‌شناسی، از جمله: ۱. انحلال گچ و نمک؛ ۲. فرسایش زیرزمینی و انحلال سیمان در ماسه و گل‌ولای؛ ۳. جریان سیال نمک، گچ و رس؛ ۴. تراکم رسوبات از طریق بارگذاری، زهکشی و تراکم آب تحت‌الارضی؛ ۵. حرکات تکتونیکی و زمین‌ساختی و ۶. فعالیت‌های آتشفشانی، تلاش کرد

1. Orthogeosynclinal

عوامل مؤثر در سوبسیدانس را متنوع جلوه دهد. با این وصف وی نخستین محقق است که دخالت انسان در این پدیده را مؤثر دانسته است.

ب) اندیشه‌های سوبسیدانس در حوزه هیدرولوژی

گابریچ

گابریچ یکی از پژوهشگران حوزه آب‌شناسی در سال ۱۹۸۴، با مطالعه پدیده سوبسیدانس در منطقه هوستون^۱ ایالت تگزاس^۲ بیان کرد، ناحیه‌ای که بیشترین سوبسیدانس در آن اتفاق افتاده، منطبق با ناحیه‌ای است که بیشترین کاهش فشار چاه‌های آرتزین^۳ در آن واقع شده است. همچنین میزان سوبسیدانس با پمپاژ آبهای زیرزمینی و برداشت از میادین نفت و گاز مرتبط است. وی بیان کرد ۵۵ درصد از فرونشست‌ها، به دلیل تراکم رسوبات آبخوان‌ها است (گابریچ، ۱۹۸۴: ۲۵۵).

پولاند

پولاند محقق حوزه آب‌شناسی، در سال ۱۹۸۸ پدیده سوبسیدانس را در دره سانتاکلارای^۴ کالیفورنیا مورد بررسی قرار داد و عامل ایجاد سوبسیدانس را پمپاژ آب سفره‌های آب زیرزمینی، کاهش سطح آب در چاه‌های آرتزین و افزایش فشار و استرس مؤثر و آرام وابسته به زمان در بستر آب اعلام کرد. وی گفت، بیشترین فرونشست در رس‌هایی با حفره‌های ریز رخ می‌دهد که تراکم زیاد و نفوذپذیری کمی دارند (پولاند، ۱۹۸۸: ۲۸۸).

گابریچ و پولاند محققان حوزه آب‌شناسی، عامل اصلی رخداد سوبسیدانس را به پمپاژ بیش‌از حد آب از منابع زیرزمینی نسبت داده‌اند.

ج) اندیشه‌های سوبسیدانس در حوزه ژئومورفولوژی و تکتونیک

کوک و دورنکامپ

کوک و دورنکامپ (۱۹۹۰) از جمله محققان حوزه ژئومورفولوژی هستند که پدیده سوبسیدانس را با رویکردی چندبُعدی، ناشی از عوامل طبیعی و عوامل انسانی معرفی کردند و درعین حال، بر تعدد و پیچیدگی و تنوع عوامل فوق در بروز این پدیده تأکید دارند. محققان نام برده، عوامل اصلی در سوبسیدانس را در دو طیف طبیعی و انسانی به شرح زیر برشمردند.

الف) علل طبیعی:

۱. علل طبیعی مؤثر در سوبسیدانس برحسب مقیاس، مرتبط با صفحات



1. Hoston
2. Texas
3. Artesian
4. Santa clara vally california

- تکتونیک است و به‌ویژه در سطح انتقالات قاره‌ای - اقیانوسی فعال است و همچنین فعالیت آتشفشانی و مناطق زلزله‌خیز، در اثر فرایندهای انبساطی سوبسیدانس را سبب می‌شوند؛
۲. تحمل بارهای سنگینی چون دریاچه‌ها که به‌طور عمده حرکات سوبسیدانسی پوسته زمین را با حرکات تعادل مثبت ترمیم می‌کنند؛
 ۳. فشردگی حاصل از ارتعاش هنگام زلزله در طبقات رسوبی؛
 ۴. خشکی رسوب‌های دانه‌ریز؛
 ۵. اکسیداسیون خاک‌های آلی؛
 ۶. انحلال زیرزمینی آهک و نمک؛
 ۷. ذوب پرفراست؛
 ۸. فشردگی به‌دلیل مرطوب‌کردن رسوب‌های آبرفتی خشک.

(ب) علل انسانی مؤثر در سوبسیدانس:

۱. برداشت آب و استخراج نفت یا گاز طبیعی؛
 ۲. فشردگی به‌دلیل تحمل بارهای سنگین در فعالیت‌های سدسازی و ساختمان‌ها؛
 ۳. فشردگی به‌دلیل زهکشی زمین و اکسیداسیون بیوشیمیایی خاک‌های آلی؛
 ۴. فشردگی به‌دلیل ارتعاش رسوب‌ها؛
 ۵. برداشت مواد معدنی مانند: زغال سنگ و نمک؛
 ۶. فشردگی به‌دلیل ایجاد دریاچه و سدهای دست‌ساز (کوک و دورن کامپ، ۱۹۹۰؛ نقل از امیدوار، ۱۳۹۰ و یمانی، نجفی و عابدینی، ۱۳۸۸).
- پورخسروانی و رامشت (۲۰۱۲: ۱۹۷)، رخداد سوبسیدانس را در دشت‌های مهبیار، یزد و اردبیل و... را با روش تداخل‌سنجی رادار مورد بررسی قرار دادند و معتقدند که سوبسیدانس دشت‌ها در یک سیستم تعادلی و همزمان با پدیده بالآمدگی در ارتفاعات مجاور آنها، تبیین می‌شود. نامبردگان این مفهوم را با عنوان «ژئودوالیتی» مطرح کردند و با تبیین مفهوم دوالیتی، علت سوبسیدانس دشت‌های ایران را که تا کنون به برداشت بی‌رویه و مدیریت منابع آب زیرزمینی نسبت داده شده بود را رد و به‌صراحت بیان کردند، سوبسیدانس در دشت‌های داخلی ایران، بیشتر از آنکه مربوط به برداشت بی‌رویه از آب‌های زیرزمینی باشد، ناشی از حرکات پوسته‌ای نرم، آن هم به‌صورت واکنشی زوجی برای رسیدن به نوعی تعادل است.
- به‌طور کلی می‌توان اندیشه و نظرات کلیدی درباره مفهوم سوبسیدانس را به‌شرح جدول ۱ کوتاه کرد. این جدول به خوبی نشان می‌دهد که اولاً در سیر تاریخی مفهوم این واژه دستخوش چه تغییر و تحولی شده است و از سوی دیگر، طرح آن در حوزه‌های مختلف علوم آشکارا تبیین شده است.

جدول ۱. خلاصه دیدگاه‌ها و کانون تفکر افراد صاحب‌نظر در مورد پدیده سوبسیدانس

نام محقق	سال پژوهش	حوزه پژوهش	کانون تفکر در مورد سوبسیدانس
چارلز داروین	۱۸۳۹	رسوب‌شناسی، ژئومورفولوژی	فعالیت‌های بیولوژیکی مرجان‌ها
جیمز هال	۱۸۵۹	زمین‌شناسی	نقش سوبسیدانس در ایجاد کمرندهای کوه‌زایی - تشخیص سکانس رسوبی بر اثر پدیده اینترفیرینگ
جیمز وات دانا	۱۸۷۳	زمین‌شناسی	سوبسیدانس ناشی فشارهای انقباضی حوضه رسوبی - حجم رسوبات وارد شده
اشتیله	۱۹۱۳-۱۹۴۰	زمین‌شناسی	وجود منطقه در حال فرسایش برای تعادل بین سوبسیدانس و بالآمدن - ایجاد پدیده اینترفیرینگ در ژئوسکلینال
ابوین	۱۹۶۵	زمین‌شناسی	حوزه ژئوسکلینال و تقسیم‌بندی آن به انواع مختلف
کی	۱۹۴۲-۱۹۵۱	زمین‌شناسی	سوبسیدانس شدید در ژئوسکلینال که کوه‌زایی از ویژگی‌های آن نیست
ادلن و اسملی	۱۹۶۷-۱۹۵۴	تکتونیک	حرکات زمین‌ساخت
جیننگز	۱۹۶۶	زمین‌شناسی	انحلال سازندهای دولومیت و انسان‌ساخت
آلن	۱۹۶۹	زمین‌شناسی	انسان‌ساخت
لافگرین	۱۹۶۳	آب‌شناسی	علل انسان‌ساخت، برداشت آب از سفره‌های زیرزمینی
گابریچ	۱۹۸۴	آب‌شناسی	برداشت بی‌رویه از آب زیرزمینی و معادن زیرزمینی مانند نفت و زغال‌سنگ
پولاند	۱۹۸۸	آب‌شناسی	بمپاژ آب از سفره‌های زیرزمینی - کاهش سطح آب در چاه‌های آرتزین
کوک و دورن‌کامپ	۱۹۹۰	ژئومورفولوژی	علل طبیعی و علل انسانی
پورخسروانی	۲۰۱۲	ژئومورفولوژی	حرکات پوسته‌ای نرم، آن هم به‌صورت واکنشی زوجی برای رسیدن به نوعی تعادل (ژئودالیته)

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از بررسی سیر تحولات نظریه سوبسیدانس، نشان می‌دهد که واژه سوبسیدانس در نشست‌های علمی، نه تنها به‌منزله یک پدیده، بلکه همواره بار مفهومی یک نظریه را به‌همراه داشته است و بار معنایی آن بیشتر از مفاهیم عادی و معمولی است که درباره آن به‌کار گرفته می‌شود. این نتایج عبارتند از:

- بار مفهومی و معنایی به‌کار گرفته‌شده از این واژه در بستر زمان ثابت‌نبوده و منظور محققان از به‌کار بردن آن، معانی گوناگون و متعددی داشته است.
- مفهومی را که داروین به‌صورت «سوبسیدانس» از آن یاد می‌کند، بار نظریه‌پردازی مهمی داشته است؛ به‌طوری که طرح این معنی از جانب وی، دیدگاه محققان زمین‌شناس را نسبت به طول عمر زمین به‌طور کلی تغییر داد و پشتوانه‌ای مستند برای نظریه استدرج (تدریج‌گرایی) در زمین‌شناسی شد.

- مفهوم به کار برده شده از واژه سوبسیدانس در ژئومورفولوژی، بیشتر معطوف به برداشت بی‌رویه از آب سفره‌های زیرزمینی است.
- ترجمه واژه سوبسیدانس به «فرونشست» بازگوکننده بار مفهومی و جنبه نظریه‌ای آن نیست، بنابراین بهتر است در مکتوبات از واژه «سوبسیدانس» استفاده شود.

منابع

- امیغ پی، م؛ عربی، س؛ طالبی، ع؛ جمور، ی. (۱۳۸۸). کاربرد تکنیک‌سنجی راداری در مطالعات مناطق فرونشست، همایش ژئوماتیک ۱۳۸۸، ششم دی ماه. سازمان نقشه‌برداری کل کشور، صص. ۱۰-۱.
- امیدوار، ک. (۱۳۹۰). مخاطرات طبیعی. چاپ اول، یزد: انتشارات دانشگاه یزد.
- بهادران، ب. (۱۳۷۱). درز و شکاف‌های دشت مهبیار. فصلنامه تحقیقات جغرافیایی، سال هفتم، شماره ۴۰، صص. ۶۳۱-۶۲۱.
- پاکروان، ش. (۱۳۸۴). بررسی پدیده فرونشست زمین در اثر آبهای زیرزمینی در منطقه جنوب غربی تهران. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- پورخسروانی، م. (۱۳۹۱). دوالیتی در ژئومورفولوژی. پژوهش‌های جغرافیا طبیعی، دوره ۴۴، شماره ۸۱، صص. ۷۲-۶۳.
- حسینی، س. ع. (۱۳۹۰). بررسی دلایل فرونشست دشت یزد و اردکان. پایان‌نامه دوره کارشناسی ارشد ژئومورفولوژی و هیدرولوژی دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد.
- رحمانیان، د. (۱۳۶۵). نشست زمین و ایجاد شکاف بر اثر تخلیه آبهای زیرزمینی در کرمان. مجله آب، شماره ۶، صص. ۴۸-۳۵.
- سید امامی، ک. (۱۳۵۱). ژئوسنکلینال. مجله دانشکده فنی تهران، دوره ۲۴، شماره ۵، صص. ۵۹-۴۳.
- طباطبایی، ا. (۱۳۶۵). نشست زمین بر اثر برداشت شدید آب زیرزمینی دشت یزد - اردکان. منابع طبیعی و کشاورزی، یزد: سازمان برنامه و بودجه.
- غفوری، م؛ موسوی مداح، س. م. (۱۳۸۹). بررسی اثرات نشست زمین بر گسیختگی لوله‌های جدار چاه‌های آب در دشت مشهد و ارائه راهکارهای مناسب، پنجمین کنگره مهندسی عمران، چهاردهم اردیبهشت ماه، دانشگاه فردوسی مشهد.
- قاضی‌فرد، ا؛ اجل لوثیان، ر؛ کامیاب، ا. (۱۳۸۵). بررسی دلایل ایجاد شکاف در دشت مهبیار شمالی و تأثیر آن بر جاده اصفهان - شیراز. چهارمین کنفرانس زمین‌شناسی مهندسی و محیط زیست، چهارم تا ششم اسفند ماه، دانشگاه تربیت مدرس.
- لشکری‌پور، غ؛ غفوری، م؛ رستمی باران، ح. ر. (۱۳۸۷). بررسی علل تشکیل شکاف‌ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر، فصلنامه مطالعات زمین‌شناسی، دوره ۱، شماره ۱، صص. ۹۵-۱۱۱.
- موسوی حرمی، ر. (۱۳۷۹). رسوب‌شناسی، مشهد: انتشارات استان قدس رضوی.
- یمانی، م؛ نجفی، ا؛ عابدینی، م. ح. (۱۳۸۸). ارتباط فرونشست زمین و افت سطح آب‌های زیرزمینی در دشت قره بلاغ استان فارس، فصلنامه علمی پژوهشی جغرافیا، شماره (۸-۹)، صص. ۲۷-۹.
- Allen, A.S., 1969, **Geologic Settings of Subsidence**, in D. J. Varnes and G. Kiersch (eds.), *Reviews in Engineering Geology*, Vol. 2, PP. 305-342.
- Amigh Pey, M., Arabi, S., Talebi, A., and Jomor, Y., 2008, **The Application of Radar Techniques in the Study of Subsidence Areas**, Geomatic Conference, Country Mapping Organization, Dec 2008.
- Bahadoran, B., 1991, **The Grooves and Fractures in Mahyar Plain**, Iranian Journal of Geographical Researches Quarterly, Vol. 7, No. 40, P.621-631.
- Cooke, R.U. and Doornkamp, J.C., 1990, **Geomorphology in Environmental Management**, Oxford University Press, British.
- Edelman, T., 1954, **Tectonic Movements as Resulting from the Comparison of Two Precision Leveling**, Geologie en Mi jnbouw, Vol. 16, No. 6, PP. 209-212.

- Gabrysch, R. K., 1984, **Case History, The Houston-Galveston Region**, Texas, U.S.A., U.S. Geological Survey, Houston, Texas.
- Galloway, D.L., Jons, D.R., and Ingebritsen, S.E., 1999, **Land Subsidence in the United States**, Geological Survey Circular, 1182, P. 175.
- Ghafouri, M., and Mousavi Maddah, S. M., 2009, **Investigating the Effects of Subsidence on Rupture and Cracking of the Pipe Inside the Water Wall in Mashhad Plain and Providing Solution**, the 5th Congress of Civil Engineering, Ferdowsi University of Mashhad, May 2009.
- Ghazifard, A., Ajaluic, R., and E., Kamyab, 2006, **Investigating the Causes of Cracks in Mahyar Plain and its Effect on the Isfahan-Shiraz Main Road**, the 4th Conference of Engineering Geology and the Environment, University of Tarbiat Modarres, Feb 2006.
- Hosseini, S. A., 2011, **Investigation of Subsidence Causes in Yazd and Ardakan Plain**, M.Sc. Thesis of Geomorphology and Hydrology, Islamic Azad University, Najaf Abad Branch.
- HU. R. L., 2004, **Review on Current Status and Challenging Issues of Land Subsidence in China**, Engineering Geology, Vol. 76, No. 1-2, PP. 65-77.
- Jennings, J.E., 1966, **Building on Dolomites in the Transvaal**, The Civil Engineer in South Africa (South African Institution of Civil Engineers, Johannesburg.
- Kennedy, B.A., 1992, **Hutton to Horton: Views of Sequence**, Progression and Equilibrium in Geomorphology, University of Oxford.
- Lashkaripour, Gh. R., Ghafouri, M., and H. R., Rostami Baran, 2008, **Investigating the Causes of Cracks Formation and Subsidence in the Western Area of Kashmar Plain**, Iranian Journal of Geological Studies Quarterly, Vol. 1, No. 1, PP. 95-111.
- Leake, S.A., 2001, **Land Subsidence from Ground Water Pumping**: <http://water.usgs/ogwsubsidence.html>.
- Lofgren, B.E., 1963, **Land subsidence in the Arvin-Maricopa Area**, San Joaquin Valley, California, U.S. Geology Survey, Prof. Paper, 475-B, P.171.
- Michaelides, K., Wainwright, J., 2002, **Modeling the Effects of Hill Slope Channel Coupling on Catchment Hydrological Response**, Earth Surface Processes and Landforms, Vol. 27, No. 13, PP. 1441-1457.
- Mousavi Herami, R., 2000, **Sedimentology**, Astane-Ghodse-Razavi Publications, Mashhad.
- Omidvar, K., 2011, **Natural Hazards**, First Edition, University of Yazd Press, Yazd.
- Pakravan, Sh., 2004, **Investigation of Land Subsidence Causing by Groundwater in the Southwest Area of Tehran**, M.Sc. Thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran.
- Phien-wej, N., 2006, **Land Subsidence in Bangkok, Thailand**, Engineering Geology, Vol. 82, No. 4, PP. 187-201.
- Poland, J. F., 1988, **Case History, Santa Clara Valley**, California, U.S.A., Geological Survey, Sacramento, California.
- Pool, D.R., 1992, **Simulation of Transient Ground Water Flow and Land Subsidence in the Picacho Basin**, Central Arizona, USGS.
- Pourkhosravani, M., 2012, **Duality in Geomorphology**, Iranian Journal of Physical Geography Researches, Vol. Aut.2012, No. 81, PP. 63-72.
- Rahmanian, D., 1986, **Land Subsidence and Cracks Caused by Depletion of Groundwater Recourses in Kerman City**, Iranian Journal of Water, No. 6, PP.35-48.
- Seyed Emami, K., 1972, **Geo-Synclinal**, Journal of Engendering, Vol. 24, No. 5, PP. 43-59.
- Shomanl, D.S., 1998, **General Groundwater in Formation Land Subsidence**, [http://www.dpla.water.ca.gov/nd/ground water land subsidence.html](http://www.dpla.water.ca.gov/nd/ground%20water%20land%20subsidence.html).
- Smalley, I. J., 1967, **The Subsidence of the North Sea Basin and the Geomorphology of Britain**, The Mercian Geologist, Vol. 2, No. 3, PP. 267-278.
- Tabatabai, A., 1986, **Land Subsidence Due to Excessive Depletion of Groundwater Recourses of Yazd - Ardakan**, Iranian Journal of Natural Resources and Agriculture, Budget and Planning Organization of Yazd.

Yamani, M., Najafi, E., Abedini, M.H., 2009, **Relation between Subsidence and Decline of Groundwater Level in the Ghare Bolagh of Fars Province**, Iranian Journal of Geography Quarterly, Vol.spr &sum, No. 8-9, PP. 9-27.

Yao, G., and MU, J., 2008, **D-InSAR Technique for Land Subsidence Monitoring**, Earth Science Frontiers, Vol.15, No. 4, PP. 239-243.

Archive of SID