پژوهش های آبخیزداری
شاپا: ۲۰۳۸-۲۹۸۱
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس

راه‌کارهای مدیریت خطر فرونشست زمین در دشت سیدان– فاروق استان فارس با روی‌کرد نیروی محرک–فشار–وضعیت–اثر–پاسخ

سیدمسعود سلیمان‌پور[۱*]، امین صالح‌پورجم[۲]، جمال مصفایی[۳]، خیرالله نوروزی[۴]

۱ – دانشیار بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران
۲ و ۳ – دانشیار پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۴ – کارشناس‌ارشد پژوهشکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

چکیده‌ی مبسوط

مقدمه و هدف

یکی از خطرهای مهم طبیعی، فرونشست زمین است. این پدیده در ایران، با توجه به استخراج بی‌رویه‌ی منابع آب زیرزمینی به‌وفور مشاهده شده و متأسفانه مناطق بیش‌تری در معرض آن قرار می‌گیرند. ابزار DPSIR یا چارچوب نیروی محرک- فشار- وضعیت- اثر- پاسخ، ابزاری است که از روش رابطه‌های علت و معلولی میان فعالیت‌های انسانی و محیط‌زیست به توصیف مشکلات محیط‌زیستی می‌پردازد. این چارچوب، زمینه‌ای را فراهم می‌کند تا انواع شاخص‌های متفاوت با یکدیگر ترکیب شوند و نه تنها آثار محیط‌زیستی بلکه آثار اقتصادی و اجتماعی ناشی از از تغییرات در وضعیت زیست‌بوم‌ها را نیز در نظر می‌گیرد. هدف این پژوهش آن است که با استفاده از ابزار DPSIR، رابطه‌های علت و معلولی را برای مهم‌ترین مسائل و مشکلات خطر پدیده‌ی فرونشست زمین در یکی از دشت‌های مهم و بحرانی استان فارس (سیدان- فاروق) را بررسی و مناسب‌ترین پاسخ‌های مدیریتی و غیر مدیریتی را برای بهبود وضعیت فعلی ارائه نماید.

مواد و روش‌ها

ابتدا مشکلات دشت سیدان- فاروق مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، پرسش از کارشناسان و مراجعه به منطقه تعیین و بر همین اساس راه‌بردهای احتمالی مشخص شد. سپس از ابزار DPSIR، به‌منظور شناسایی تحلیل رابطه‌های علت و معلولی بین عامل‌هایی که تعیین کننده‌ی مشخصه‌های تأثیرگذار بر فرونشست زمین در دشت هستند استفاده و

نوع مقاله: پژوهشی
***مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی:** m.soleimanpour@areeo.ac.ir
استناد: سلیمان‌پور، س.م.، صالح‌پورجم، ا.، مصفایی، ج.، نوروزی، خ. ۱۴۰۲. راه‌کارهای مدیریت خطر فرونشست زمین در دشت سیدان- فاروق استان فارس با روی‌کرد نیروی محرک–فشار–وضعیت–اثر–پاسخ. پژوهش‌های آبخیزداری، ۳۶ (۱): ۶۵-۵۰.
شناسه‌ی دیجیتال: 10.22092/WMRJ.2022.358262.1465
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۱۷، **تاریخ بازنگری:** ۱۴۰۱/۰۱/۲۳، **تاریخ پذیرش:** ۱۴۰۱/۰۳/۳۱، **تاریخ انتشار:** ۱۴۰۲/۰۱/۰۱
پژوهش‌های آبخیزداری، سال ۱۴۰۲، دوره‌ی ۳۶، شماره‌ی ۱، شماره‌ی پیاپی ۱۳۸، بهار ۱۴۰۲، صفحه‌های ۵۰ تا ۶۵.
ناشر: مرکز منطقه‌ای اطلاع رسانی علوم و فناوری
© **نویسندگان**

جدول DPSIR برای خطر فرونشست زمین در این دشت تهیه شد. به‌منظور اولویت‌بندی و تعیین اهمیت مشکلات، فشارها و راه‌بردهای مدیریتی دشت از پرسش‌نامه با طیف لیکرت به عنوان ابزار سنجش استفاده و از ۴۰ کارشناس خبره نظرسنجی شد. برای رتبه‌بندی گویه‌ها از آزمون فریدمن و برای بررسی پایایی پرسش‌نامه از روش آلفای کرونباخ با کاربرد نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ استفاده شد. سپس از آزمون فریدمن برای تجزیه‌ی واریانس دوطرفه از روش رتبه‌بندی و هم‌چنین مقایسه‌ی میانگین رتبه‌بندی گروه‌های مختلف با کاربرد نرم‌افزار SPSS انجام شد.

نتایج و بحث

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در دشت سیدان- فاروق استان فارس نشان داد اندازه‌ی میانگین رتبه‌ها از ۱/۸۶ تا ۴/۴۵ متغیر است. رتبه‌بندی گویه‌ها نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک است، به‌طوری‌که گویه‌ی جمعیت با میانگین رتبه‌ی ۴/۴۵ و گویه‌ی توسعه‌ی صنایع با میانگین رتبه‌ی ۱/۸۶، به‌ترتیب امتیاز رتبه‌ی اول و پنجم را گرفتند. ازاین‌رو در دشت سیدان- فاروق در مؤلفه‌ی نیروی محرک، در تشدید خطر فرونشست زمین عامل‌های جمعیت، توسعه‌ی کشاورزی، توسعه‌ی باغ‌ها، تغییر اقلیم و توسعه‌ی صنایع، به‌ترتیب بیش‌ترین اولویت را داشتند. اندازه‌ی میانگین رتبه‌های مؤلفه‌ی فشار، از ۱/۲۵ تا ۵/۴۰ متغیر بود. تفاوت معنی‌داری در رتبه‌بندی گویه‌هاای مؤلفه‌ی فشار نشان داده شد، به‌طوری‌که گویه‌ی برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی با میانگین رتبه‌ی ۵/۴۰ و هم‌چنین گویه‌ی برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش خانگی با میانگین رتبه‌ی ۱/۲۵، به ترتیب امتیاز رتبه‌ی اول و ششم را گرفتند. ازاین‌رو در دشت سیدان-فاروق در مؤلفه‌ی فشار، در تشدید خطر فرونشست زمین عامل های برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی، رعایت نکردن حقابه‌ی زیست‌محیطی آبخوان، کاهش بارندگی، برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش باغ‌ها، برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش صنایع و برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش خانگی، به‌ترتیب بیش‌ترین اولویت را داشتند. اندازه‌ی میانگین رتبه‌ها در مؤلفه‌ی پاسخ، از ۲/۳۵ تا ۵/۷۵ متغیر است. رتبه‌بندی در گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ نیز، نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار است، به‌طوری‌که گویه‌ی افزایش راندمان آبیاری با میانگین رتبه‌ی ۵/۷۵ و هم‌چنین گویه‌ی تغذیه‌ی نقطه‌ای آب در دشت با میانگین رتبه‌ی ۲/۳۵، به‌ترتیب امتیاز رتبه‌ی اول و ششم را گرفتند. بنابراین در مؤلفه ی پاسخ، در کاهش خطر فرونشست زمین در این دشت به‌ترتیب عامل‌های افزایش راندمان آبیاری، تغییر الگوی کشت، کنترل برداشت چاه‌های مجاز، عملیات آبخوان‌داری، انسداد چاه‌های غیر مجاز، اقدام‌های فرهنگی و تغذیه‌ی نقطه‌ای آب در دشت، بیش‌ترین اولویت را داشتند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

بر منابع آبی دشت سیدان-فاروق پنج نیروی محرک (D)، باعث ایجاد شش فشار (P) شده‌اند که برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی و رعایت نکردن حقابه‌ی زیست‌محیطی آبخوان مهم‌ترین آن‌ها بودند. فشارها به نوبه‌ی خود باعث ایجاد وضعیت (S) نابسامان (افت سطح سفره) در این دشت شده‌اند. این وضعیت دارای دو اثر (I) نامطلوب از بین رفتن زمین‌ها و آبخوان است. برای بهبود وضعیت، هفت پاسخ مدیریتی (R) ارائه شد که افزایش راندمان آبیاری و تغییر الگوی کشت، مهم‌ترین آن‌ها بودند. در شرایط فعلی، امکان توقف فشارها میسر نیست؛ اما تعدیل و اصلاح آن‌ها باید به‌صورت ویژه مد نظر برنامه‌ریزان و مدیران قرار گیرد. شایان ذکر است در صورتی‌که اقدام به اصلاح این موارد نشود هم‌چنان فشارها (P) وجود دارد و منجر به شرایطی بحرانی‌تر از وضعیت (S) موجود و در نهایت، اثر (I) آن، از بین رفتن زمین‌ها، آبخوان‌ها و نابودی بیش از پیش منابع آب و خاک این دشت خواهد شد. با توجه به این‌که ساختار اجرایی مدیریت منابع‌طبیعی کشور بیش‌تر منطبق بر مؤلفه‌های فشار (P) و وضعیت (S) است؛ پیشنهاد می‌شود به شکل کاربردی و عملیاتی نسبت به تدوین پاسخ‌های مناسب (R)، اقدام شود. همچنین ضروری است به روی‌کرد پیشگیرانه در کاهش خطر فرونشست زمین توجه جدی شود؛ زیرا متأسفانه در کشور به این مهم توجه نشده‌است. بنابراین پیشنهاد می‌شود روی‌کرد پیشگیرانه‌ای مد نظر و اجرا قرار گیرد که نیروهای محرک (D) را هم درک کند و هم مانع از اجرای سیاست‌هایی شود که آن سیاست‌ها، سبب فشارها (P) شوند. به این منظور لازم است در این دشت سیاست‌های مربوط به گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ باجدیت بیش‌تری پیگیری شده و در برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌گذاری‌های آینده مورد توجه بیش‌تری قرار گیرند.

واژگان کلیدی: اولویت‌بندی، تحلیل علت و معلولی، فرونشست، مدیریت، DPSIR

مقدمه

امروزه در بسیاری از مناطق جهان مانند مکزیک، استرالیا، کلمبیا، چین، آمریکا، تایلند، هند، ژاپن، ایران، ایتالیا، هلند، ونزوئلا، مصر، عربستان‌سعودی، انگلستان، فرانسه، فلسطین اشغالی، لهستان و سوئد امروزه، فرونشست زمین اتفاق افتاده‌است (هو و همکاران ۲۰۰۴؛ هو ۲۰۰۶؛ لشکری‌پور و همکاران ۲۰۱۴). در ایران یکی از رویدادهایی که به‌وفور مشاهده‌شده، فرونشست سطح زمین در اثر استخراج بی‌رویه‌ی منابع آب زیرزمینی است. متأسفانه در کشور در اثر استخراج بی‌رویه‌ی منابع آب زیرزمینی، روز به روز استان‌های بیش‌تری دچار فرونشست زمین شده یا در معرض خطر فرونشست زمین قرار می‌گیرند (مریخ‌پور و همکاران ۲۰۱۲). با توجه به این خطرها باید اذعان کرد از آغاز خلقت تاکنون، رابطه‌ی انسان و طبیعت هیچ‌گاه به اندازه‌ی امروز، نگران‌کننده و تهدیدآمیز نبوده‌است. زیرا در اواخر قرن بیستم، رشد سریع جمعیت در بسیاری از مناطق، منجر به محدودیت دسترسی به زمین، آب و سایر منابع‌طبیعی شد و با توسعه‌ی دانش‌وفن در بخش‌های مختلف، زمینه‌ی بهره‌برداری بیش‌از اندازه و غیراصولی از اندوخته‌های منابع‌طبیعی که بستر طبیعی حیات و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی می‌باشند، فراهم شد. نیم قرن توسعه‌ی ناپایدار، برون‌دادی جز بر هم خوردن نظام طبیعی و تاریخی آبخیزهای کشور را به دنبال نداشته‌است (مصفایی و صالح‌پورجم ۲۰۱۸؛ مصفایی و همکاران ۲۰۲۱ الف و ب). این مسأله در کشورهای در حال توسعه حادتر می‌باشد، زیرا فن‌آوری‌های جدید بدون احتیاط لازم مورد استفاده قرار گرفته و هیچ روی‌کرد جامعی برای بررسی تمام جنبه‌های مربوطه وجود ندارد (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۶). طرح‌ریزی یک برنامه‌ی مدیریتی صحیح برای دستیابی به توسعه‌ی پایدار، ضروری است؛ زیرا تهیه و تدوین راه‌برد کلان و ملی اولین گام برای دستیابی به توسعه‌ی پایدار است (سعدالدین و همکاران ۲۰۱۶؛ مصفایی و همکاران ۲۰۱۸). هم‌چنین با توجه کرد اولویت‌بندی مشکلات گامی اصولی در چرخه‌ی مدیریت شایسته‌ی آبخیزها است. به‌طوری‌که چاره‌اندیشی برای حذف موانع موجود و تصمیم‌گیری و برنامه‌ریزی برای مدیریت جامع و کارآمد آبخیزها، شناخت و اولویت‌بندی مشکلات است. مسیر راه‌بردی مدیریت منابع‌طبیعی بوسیله‌ی شناسایی مشکلات، چشم‌انداز اهداف آرمانی و راه‌کارهای پیشنهادی تعیین می‌شود. تجربه‌ی کشورهای متعدد نشان داده‌است که فعالیت و اقدام‌های دولت‌ها در عرصه‌های طبیعی به تنهایی کارآمدی لازم را نداشته و تدوین برنامه راه‌بردی که بتواند اساسی‌ترین و عام‌ترین نیازها را مبنا قرار دهد، و به‌عبارتی فراگیر، نظام‌مند و دموکراتیک باشد، مورد نیاز است (جویباری و همکاران ۲۰۱۵). در این میان، مشارکت مردم، نقش اساسی و حیاتی در به نتیجه رسیدن این فعالیت‌ها دارد (سلیمان‌پور و همکاران ۲۰۱۹ و ۲۰۲۱).

ابزار DPSIR[1] یا چارچوب نیروی محرک- فشار- وضعیت- اثر- پاسخ، ابزاری است که از روش رابطه‌های علت و معلولی میان فعالیت های انسانی و محیط‌زیست به توصیف مشکلات محیط‌زیستی می‌پردازد. این چارچوب، جامع‌ترین مدل مورد تأیید آژانس محیط‌زیست اروپا است که، زمینه‌ای را فراهم می‌کند تا انواع شاخص‌های متفاوت با یکدیگر ترکیب شده و نه تنها آثار محیط‌زیستی بلکه آثار اقتصادی و اجتماعی تغییرات زیست‌بوم‌ها را نیز بررسی می‌کند. بنابراین این ابزار می‌تواند اطلاعات متنوع محیط‌زیستی را طبقه‌بندی و ساده‌سازی کند تا برای پاسخ‌های احتمالی در اختیار سیاست‌گذران قرار گیرند و به‌همین دلیل، این روش در دهه‌های اخیر با سرعت فزاینده‌ای به‌وسیله‌ی پژوهشگران و سیاست‌گذاران در حال استفاده است (کریستنسن ۲۰۰۴؛ جرجوری و همکاران ۲۰۰۵؛ ماکسیم و همکاران ۲۰۰۹؛ بل ۲۰۱۲؛ نمالوا و همکاران ۲۰۱۳؛ شائو و همکاران ۲۰۱۴؛ گری و همکاران ۲۰۱۸؛ جزی و همکاران ۲۰۱۸؛ شیخ و همکاران ۲۰۲۰؛ صالح‌پورجم و همکاران ۲۰۲۱ الف و ب؛ مصفایی و همکاران ۲۰۲۱ الف و ب).

شائو و همکاران (۲۰۱۴) به‌منظور تحلیل روند امنیت بوم‌شناسی در تیانجین چین به مساحت تقریبی ۲۳ هزار هکتار، ابتدا ۲۰ شاخص را برای اجزای مختلف DPSIR توسعه دادند. در طی سال‌های پژوهش نتایج نشان داد اجزای DPSIR و امنیت بوم‌شناسی، دارای روند کاهشی و فقط معیار R دارای روند افزایشی بوده‌است. هم‌چنین ایشان پیش‌بینی کردند که ادامه‌ی روند فعلی ویژگی‌های مزبور تا سال ۲۰۲۰، باعث کاهش بیشتر امنیت بوم‌شناسی شده و باید چاره‌اندیشی‌های جدی و صحیح مدیریتی در این زمینه انجام شود. گری و همکاران (۲۰۱۸) نیز در پژوهش خود گزارش کردند اگر چه تعادل مناسبی بین فعالیت‌های معیشتی جوامع و طبیعت برای قرن‌های متمادی وجود داشته‌است؛ ولی ظهور نسل جدیدی از دانش‌وفن برای استخراج و استفاده از منابع، آثار نامطلوب فراوانی بر محیط‌زیست، و به‌ویژه منابع آب، گذاشته‌است. ایشان هم‌چنین بیان کردند اگر چه چارچوب DPSIR قادر به برقراری

1 - Driving Force, Pressure, State, Impact, Response

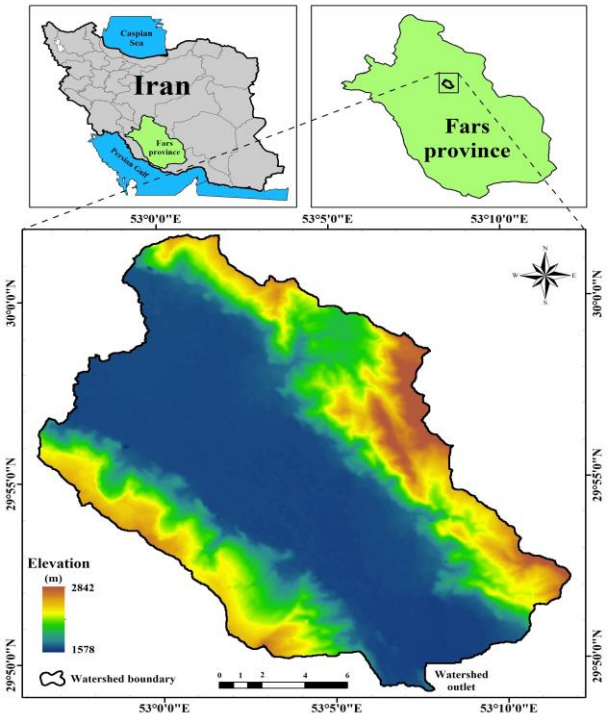
رابطه‌هـــای علت و معلولی اســـت؛ ولی ضروری اســـت که پژوهش‌های تجربی بیشـــتری بـــر روی موضوع‌های مربوط به آب انجام شود تا کمبود داده، به‌ویژه در بخش آلاینده های تهدیدکننده‌ی سلامت جامعه برطرف شود. شیخ و همکاران (۲۰۲۰) راه‌کارهای احیای آبخیز حبله‌رود را با نظرهای جامعه‌ی محلی و کارشناسی و به‌کارگیری روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره اولویت‌بندی کردند و نتیجـــه گرفتند مجموعـــه راه‌کارهـــای برنامه‌ریزی و مدیریت زمین، از جمله تهیه و تدوین برنامه‌ی مدیریت جامع آبخیز و منابع آب، تهیه و تدوین برنامه‌ی آمایش ســـرزمین در مقیاس های مختلف و شناسایی و آموزش شـــغل‌های جدید و قابل جایگزین از اولویت بیشـــتری برخوردار هستند. صالح‌پورجم و همکاران (۲۰۲۱ الف) نیز در پژوهشـــی به ارزیابی جامعیت اقدام‌های حفاظتی خاک با استفاده از چارچوب DPSIR پرداختند. ایشان فعالیت‌های باغبانی، معدن، دامداری، رشـــد جمعیت و توسعه‌ی شـــبکه‌ی راه‌ها را به‌عنوان مهم‌ترین نیروهای محرک آبخیز شناســـایی کردند. یافته‌های این پژوهش نشـــان داد با توجه به این‌که روی‌کرد پیشگیرانه، سهم کمتری نســـبت به روی‌کـــرد واکنشـــی دارد؛ اما توجه بیشتر به روی‌کرد پیشـــگیرانه برای کاهش رشدسرعت فرســـایش خاک آبخیـــز و کاهش آثـــار منفی ضروری است. در پژوهشـــی مصفایی و همکاران (۲۰۲۱ ب) به تدوین راه‌کارهای مدیریت منابع در آبخیز گرگان‌رود با روی‌کرد پیشران-فشار-وضعیت-اثر-پاسخ اقدام کردند. ایشـــان برای بهبود وضعیت (S)، ۲۸ پاســـخ مدیریتی (R) ارائه دادند که مدیریت جامع آبخیز، مبنا قراردادن آمایش ســـرزمین و تشکیل ساختار ســـازمانی مناسب، مهم‌ترین آن‌ها بـــود. روی‌کرد DPSIR با تحلیل علت و معلولی، تأمین‌کننده‌ی زیرســـاخت فکری مناســـب و پیش‌نیـــاز ورود بـــه مقوله‌ی تدوین برنامـــه‌ی عملیاتی آبخیز، نتیجه‌ی نهایی این پژوهش بود. ایشان پیشنهاد کردند دستگاه‌های اجرایی مربوطه، با به-کارگیری این روی‌کرد قبل از تدوین برنامه‌های عملیاتی در هر آبخیز، پاسخ‌های مناسب را شناسایی نمایند.

مروری بـــر منابع و پژوهش‌ها نشـــان داد اســـتفاده از روی‌کرد DPSIR در جدیدتریـــن پژوهش‌های معتبر دنیا هم‌چنان ادامه داشته و قریب به اتفاق پژوهش‌گرانی که از این چارچوب در تحقیقات خود اســـتفاده کرده‌اند به‌دلیل ویژگی‌های برجســـته‌ی این چارچـــوب، مانند قدرت ارتباط، برقـــراری رابطه‌های علت و معلولی برای مسائل محیط‌زیستی، نگرش چندرشته‌ای، و فراهم‌کردن زمینه‌ی مشارکت ذی‌نفعان، آن را ابزاری مناسب و مؤثر برای تحلیل و ریشه‌یابی مسائل و مشکلات منابع‌طبیعی و محیط‌زیســـت گزارش کرده‌اند. این روی‌کرد به‌منظور مدیریت مطلوب خطرهای طبیعی باعث افزایش ســـطح آگاهـــی جامعه و افزایش ظرفیت‌هـــای نهادی و دولتی می‌شود. در پژوهش حاضر رابطه‌های علت و معلولی برای مهم‌ترین مسائل و مشـــکلات خطر پدیده‌ی فرونشست زمین در دشت ســـیدان- فاروق مرودشت استان فارس با اســـتفاده از ابزار DPSIR، بررسی شد و برای بهبود وضعیت فعلی مناسب‌ترین پاســـخ‌های مدیریتی و غیر مدیریتی ارائه شد.

مواد و روش‌ها

معرفی منطقه‌ی پژوهش

دشت ســـیدان- فاروق استان فارس، با طول جغرافیایی ″۰۰ ′۵۴ °۵۲ تـــا ″۰۰ ′۱۵ °۵۳ شـــرقی و عـــرض جغرافیایی ″۰۰ ′۴۷ °۲۹ تا ″۰۰ ′۰۷ °۳۰ شـــمالی؛ با مســـاحتی بیش از ۳۶۹ کیلومتر مربع، در مرکز آبخیز طشـــک- بختگان و مهارلو قرار گرفته‌اســـت (شکل ۱). میانگین بارش ســـالانه‌ی این دشـــت بین ۳۲۶ تا ۴۳۴ میلی‌متـــر و میانگیـــن دمـــای آن ۳- تـــا ۱۷ درجه‌ی سانتی‌گراد متغیر است. دشت سیدان-فاروق از شرق به ارســـنجان، از جنوب به توابع ارسنجان، از جنوب‌غرب و شمال‌غرب به مرودشت و خرامه و از شمال به سعادت‌شهر محدود است (سلیمان‌پور و همکاران ۲۰۲۲).



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی منطقه‌ی مورد مطالعه.

Figure 1- Geographical location of the study area.

روش تحقیق

شناسایی مؤلفه‌های روی‌کرد DPSIR

در این پژوهش ابتدا مشکلات آبخیز مبتنی بر مطالعات کتابخانه‌ای، پرسش از کارشناسان و نیز مراجعه به منطقه، تعیین و بر همین اساس راه‌بردهای احتمالی نیز مشخص شد. ازاین‌رو قبل از کاربرد چارچوب DPSIR در دشت سیدان- فاروق مرودشت استان فارس، ابتدا شناخت مقدماتی در مورد بخش‌های مختلف دشت از روش بررسی‌های گسترده مختلف از قبیل بررسی اسناد، مقاله‌های علمی، بازدیدهای میدانی، مصاحبه با دستگاه‌های دولتی و ذی‌نفعان و دانشگاهیان، و تارنماهای مختلف و غیره حاصل شد. به‌منظور جمع‌آوری نقطه‌نظرات و درک ذی‌نفعان مختلف از مشکلات فرونشست و مباحث پیرامون آن، مصاحبه‌های متعددی با کارشناسان دستگاه‌های مختلف دولتی (سازمان آب منطقه‌ای استان فارس، اداره‌ی کل منابع‌طبیعی و آبخیزداری استان فارس، سازمان جهاد کشاورزی استان فارس و سازمان حفاظت محیط‌زیست استان فارس) مرتبط با این موضوع صورت گرفت.

به‌منظور شناسایی تحلیل رابطه‌های علت و معلولی بین عامل‌هایی که تعیین‌کننده‌ی مشخصه‌های تأثیرگذار بر فرونشست زمین در دشت هستند، از ابزار DPSIR استفاده‌شد. مسیر منطقی اجرای این مدل از تبیین وضعیت موجود شروع شده و سپس عامل‌های مستقیم یا فشارها و عامل‌های غیرمستقیم یا پیشران‌ها که موجب بروز وضعیت شده‌اند را شناسایی و معرفی می‌کند. برای درک پویایی رابطه بین ریشه و پیامد مشکلات محیط‌زیستی لازم است تا بر ارتباطات میان اجزاء DPSIR تمرکز کرد (آژانس محیط‌زیست اروپا ۲۰۰۳).

در زمینه‌ی پژوهش‌های چندجانبه‌ی محیط‌زیستی شرح ارتباطات ابزار DPSIR به‌صورت زیر است:

۱) در محیط‌زیست چه اتفاقی افتاده‌است؟ (که در مدل DPSIR با شاخص‌های وضعیت (S) و اثر (I) بازنمایی می‌شود).

۲) چرا و چگونه این اتفاق افتاده‌است؟ (علت‌های انسانی و طبیعی این تغییرات یا نیروهای محرک (D) و فشارها (P) چه هستند؟).

۳) چه کاری انجام می‌شود و یا باید انجام شود و چه‌قدر مؤثر است؟ (پاسخ‌های جامعه برای مدیریت و مهارکردن فرونشست زمین چیست؟).

آژانس محیط‌زیست اروپا (۲۰۰۳) اجزاء یا طبقه‌های مختلف DPSIR را به این صورت تعریف کرده‌است: نیروی محرک عبارت است از توسعه‌های اقتصادی، اجتماعی و جمعیتی در جوامع و نیز تغییرات مربوط به سبک زندگی، سطوح کلی مصرف و الگوهای تولید. شاخص‌های فشار رهاسازی مواد (انتشارات)، عامل‌های

فیزیکی و زیست‌شـــناختی، اســـتفاده از منابع و کاربرد زمین برای فعالیت‌های انسانی است. شاخص‌های وضعیت نمایی کمیت و کیفیـــت پدیده‌های فیزیکی (مانند دما)، زیست‌شـــناختی (مانند میزان ماهی)، شـــیمیایی (مانند غلظت CO_2 در جو) را در مکانی مشخص، نشان می‌دهند. تغییر وضعیت باعث ایجاد اثراتی بر عمل‌کرد محیط‌زیست (مانند سلامت انسان و بوم‌نظام، در دسترس‌بودن منابع، هدررفت ســـرمایه‌ی تولیدی و تنوع زیســـتی) می‌شود. پاسخ‌ها نیز اقدام‌هایی اســـت که به‌وسیله‌ی افراد جامعه یا دولت به‌منظور جلوگیری، جبران، بهبود یا سازگاری با تغییرات وضعیت محیط‌زیست انجام می‌گیرد (مصفایی و همکاران ۱۴۰۰). در نهایت جدول DPSIR برای خطر فرونشســـت زمین در دشت ســـیدان- فارق استان فارس تهیه شـــد، که در آن فهرستی از پیشـــران‌های موجود، فشارهای ناشـــی از آن‌ها، تغییرات وضعیت ناشی از بروز فشـــارها، آثار پس از آن و راه‌بردهای مدیریتی ممکن در آن نشان داده‌شد.

اولویت‌بندی گویه‌های مؤلفه‌های DPSIR

در این پژوهش، جدول مؤلفه‌های DPSIR برای آبخیز پس از مشخص نمودن مشکلات پدیده‌ی فرونشست زمین تکمیل شـــد (جدول ۱). به‌منظور اولویت‌بندی و تعیین اهمیت مشکلات، فشارها و راه‌بردهای مدیریتی دشت از پرســـش‌نامه با طیف لیکرت (روایی پرسش‌نامه مبتنی بر دیدگاه خبرگان تأیید شد) به‌عنوان ابزار سنجش استفاده شـــد. متغیرهای پرسش‌نامه براساس روش شناسه‌گذاری چند پاسخی، از نوع متغیرهای ترتیبی کیفی و منطبق با طیف لیکرت (خیلی‌کم (۱)، کم (۲)، متوســـط (۳)، زیاد (۴) و خیلی‌زیاد (۵)) بود؛ به‌طوری‌که از ۴۰ کارشـــناس خبـــره نظرســـنجی شـــد. در آخرین مرحلـــه، به‌منظور رتبه‌بندی گویه‌هـــا از آزمون فریدمن[2] و برای بررســـی پایایی پرســـش‌نامه (قابلیت اعتماد ابـــزار اندازه‌گیری) از روش آلفای کرونباخ[3] با کاربرد نرم‌افزار SPSS نسخه‌ی ۲۲ استفاده شد (منصورفر ۲۰۰۶):

$$\alpha = \frac{k}{k-1}\left(1-\frac{\sum_{i=1}^{k} S_i^2}{S_t^2}\right) \qquad ۱$$

که در آن؛ K: تعداد گویه‌هـــا، S_i^2 : واریانس نمره‌های مربوط به گویه‌ی شـــماره‌ی j ام و S_i^2 : واریانس جمع نمره‌های هر پاسخ‌گو (واریانس کل گویه‌ها) است.

تجزیـــه‌ی واریانس دوطرفه بـــا روش رتبه‌بندی و آزمون فریدمـــن، انجام شـــد. همچنیـــن مقایســـه‌ی میانگین رتبه‌بندی گروه‌های مختلف نیز با کاربرد نرم‌افزار SPSS انجام شـــد. به‌طورکلی تحلیل واریانـــس دوطرفه رتبه‌ای فریدمن، ایـــن فرضیه را می‌آزماید کـــه k گروه همتا از توزیع پیوسته واحدی و یا از چند توزیع با میانه‌ی یکسان و یا در صورت تقارن توزیع‌ها با میانگین یکســـان گرفته شده‌اند (رابطه‌ی ۲):

$$\chi^2 = \frac{12}{Nk(k+1)}\sum_{j=1}^{k} R_j^2 - 3N(k+1) \qquad ۲$$

کـــه در آن؛ K: تعداد ســـتون‌ها یا ســـؤالات، N: تعداد ســـطرها و Rj: حاصل جمع رتبه‌ها در ستون j ام است. در ایـــن حالت، درجـــه‌ی آزادی به صورت k-۱ اســـت (منصورفر ۲۰۰۶).

نتایج

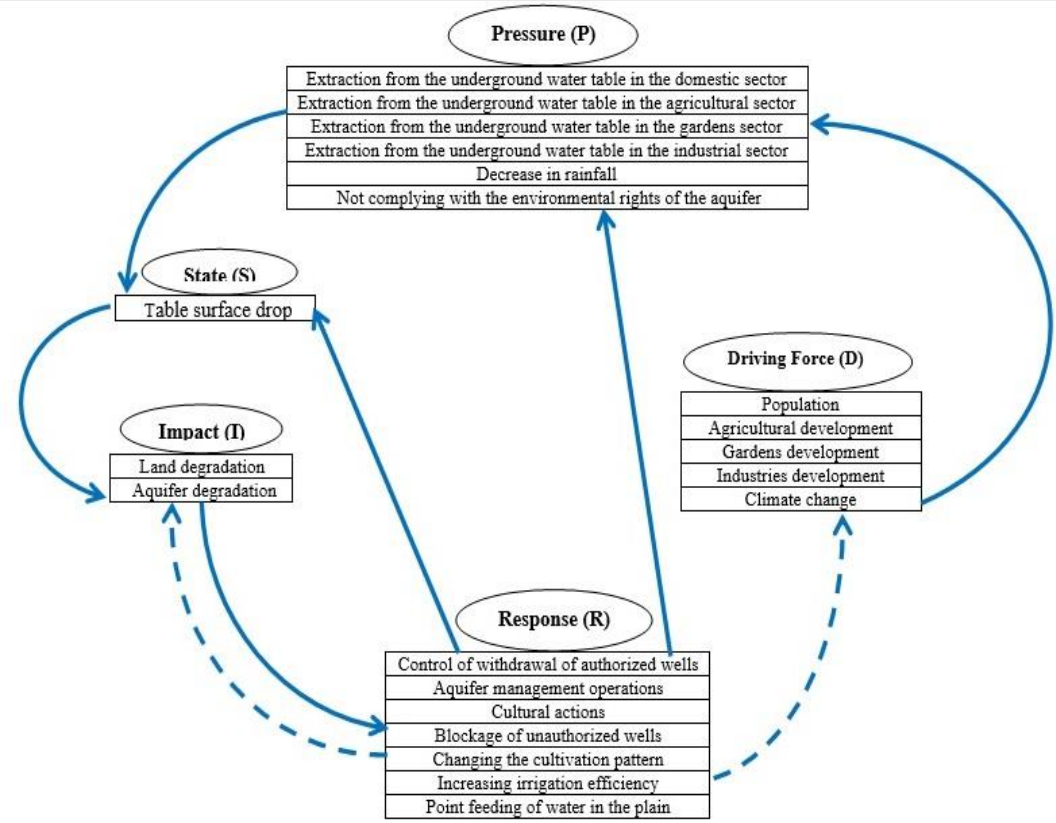
مـــدل مفهومـــی پدیده‌ی فرونشســـت زمین در دشـــت سیدان- فاروق مرودشت استان فارس براساس چارچوب DPSIR توسعه داده شد. در جدول ۱ و شکل ۲، اجزای پنج‌گانه نیروی محرک، فشار، وضعیت، اثر و پاسخ نشان داده شده‌است. در جدول (۱) در زیر مجموعه‌ی مؤلفه‌ی نیروی محرک، عامل‌های جمعیت، توســـعه‌ی کشاورزی، توســـعه‌ی باغ‌ها، توســـعه‌ی صنایع و تغییر اقلیم در نظر گرفته‌شد. در شاخص‌های مؤلفه‌ی فشار، عامل‌های میزان مصرف آب از ســـفره‌ی آب زیرزمینـــی در بخش مصارف خانگی، کشـــاورزی، باغ‌ها و صنایع، میزان بارش و مقدار آب ورودی بـــه آبخوان لحاظ شـــد. در مؤلفه‌ی وضعیت، عامل افت سطح سفره در نظر گرفته شد. هم‌چنین برای شـــاخص‌های مؤلفه‌ی اثر، عامل‌های ازبین‌رفتن زمین‌ها و ازبین‌رفتن آبخوان در نظر گرفته شـــد. شـــاخص‌های مؤلفه‌ی پاســـخ، نیز شامل مهارکردن برداشت از چاه‌های مجاز با نصـــب کنتور حجمی، اقدام‌هـــای آبخوانداری با اجـــرای اقدام‌های پخش ســـیلاب، اقدام‌هـــای فرهنگی به‌وســـیله‌ی برگزاری دوره‌های آموزشی، انسداد چاه‌های غیر مجاز، تغییر الگوی کشـــت، افزایش راندمان آبیاری با اجرای آبیاری تحت فشار و تغذیه‌ی نقطه‌ای آب در دشت با اجرای اقدام‌های سازه‌ای آبخیزداری می‌باشد که منتج از سیاست‌ها و اقدام‌های انجام یافته‌است.

2 - Friedman test
3 - Cronbach Alpha Method

جدول ۱- اجزای مدل مفهومی مدیریت خطر فرونشست زمین در دشت سیدان- فاروق استان فارس براساس چارچوب DPSIR.

Table 1- Components of the conceptual model of land subsidence risk management in Seydan-Farooq plain of Fars province based on the DPSIR framework.

Model components	Factor	Index
Driving Force (D)	Population (D_1)	Population (people)
	Agricultural development (D_2)	Agricultural land area (ha)
	Gardens development (D_3)	Area of orchards (ha)
	Industries development (D_4)	Area of industrial uses (ha)
	Climate change (D_5)	Dumarten
Pressure (P)	Extraction from the underground water table in the domestic sector (P_1)	Consumption ($m^3\ yr^{-1}$)
	Extraction from the underground water table in the agricultural sector (P_2)	Consumption ($m^3\ yr^{-1}$)
	Extraction from the underground water table in the gardens sector (P_3)	Consumption ($m^3\ yr^{-1}$)
	Extraction from the underground water table in the industrial sector (P_4)	Consumption ($m^3\ yr^{-1}$)
	Decrease in rainfall (P_5)	Rainfall (mm)
	Not complying with the environmental rights of the aquifer (P_6)	Water entering the aquifer ($m^3\ yr^{-1}$)
State (S)	Table surface drop (S_1)	Drop rate (mm)
Impact (I)	Land degradation (I_1)	Area of destroyed land use (ha)
	Aquifer degradation (I_2)	Average depth of subsidence of the plain (mm)
Response (R)	Control of withdrawal of authorized wells (R_1)	Volume meter installation (number)
	Aquifer management operations (R_2)	Area of flood spreading areas (ha)
	Cultural actions (R_3)	The number of training courses held, etc.
	Blockage of unauthorized wells (R_4)	Blocked wells (ring)
	Changing the cultivation pattern (R_5)	The area of implementation of the cultivation pattern plan (ha)
	Increasing irrigation efficiency (R_6)	Area of land with pressurized irrigation (ha)
	Point feeding of water in the plain (R_7)	Volume of watershed management structural operations (m^3)



شکل ۲- نمودار علت- معلولی اجزای مدل DPSIR در مدیریت خطر فرونشست زمین در دشت سیدان- فاروق استان فارس.

Figure 2- Cause-effect diagram of the components of the DPSIR model in land subsidence risk management in Seydan-Farooq Plain, Fars Province.

دلیل نقطه‌چین کردن جهت پاسخ‌ها (R) به سمت نیروی محرک (D) و اثر (I) آن است که پاسخ‌های موجود تلاش دارد فشار را کم کنند و وضعیت را بهبود دهند؛ اما حقیقت آن است که هیچ‌کدام از این پاسخ‌ها برای نیروی محرک نیستند. هم‌چنین جهتی که از پاسخ‌ها (R) به اثر (I) می‌رود همین شرایط را دارد؛ زیرا هنگامی که ازبین‌رفتن زمین‌ها و ازبین‌رفتن آبخوان ایجاد می‌شود و به تبع آن فرونشست زمین پدید می‌آید دیگر کاری نمی‌توان کرد و در اینجا است که ضرورت علاج واقعه قبل از وقوع، جایگاه حیاتی خود را به خوبی نشان می‌دهد.

هم‌چنین دیدگاه متخصصان در مورد اهمیت معیارهای هر مؤلفه در مقیاس طیف لیکرت نیز بررسی و ارزیابی شد. در ابتدا آلفای کرونباخ برای پرسش‌نامه‌های هر مؤلفه محاسبه شد که نتایج آن در جدول ۲ نشان داده شده‌است.

جدول ۲- اندازه‌ی آلفای کرونباخ محاسباتی گویه‌های روش DPSIR در مدیریت خطر فرونشست زمین.

Table 2- Calculated Cronbach's alpha values of DPSIR method items in land subsidence risk management.

Component	Number of items	Calculated Cronbach's alpha
Driving force (D)	5	0.845
Pressure (P)	6	0.720
Response (R)	7	0.913

نتایج تحلیل پرسش‌نامه‌های تکمیل شده به‌وسیله‌ی ۴۰ نفر از خبرگان و اجرای آزمون فریدمن برای اولویت‌بندی و تعیین اهمیت مشکلات، فشارها و راه‌بردهای مدیریتی دشت سیدان- فاروق استان فارس در جدول‌های ۳ تا ۵ آورده شده‌است.

رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در دشت سیدان- فاروق استان فارس از دیدگاه خبرگان در جدول ۳ نشان داده شده‌است. در این پژوهش، اندازه‌ی میانگین رتبه‌ها از ۱/۸۶ تا ۴/۴۵ متغیر است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی گویه‌ها مبتنی بر آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در روی‌کرد DPSIR است، به‌طوری‌که در این نظرسنجی، گویه‌ی جمعیت با میانگین رتبه‌ی ۴/۴۵ و گویه‌ی توسعه‌ی صنایع با میانگین رتبه‌ی ۱/۸۶، به‌ترتیب امتیاز رتبه‌ی اول و پنجم را گرفتند. در مؤلفه‌ی نیروی محرک در تشدید خطر فرونشست زمین در این دشت، عامل‌های جمعیت، توسعه‌ی کشاورزی، توسعه‌ی باغ‌ها، تغییر اقلیم و توسعه‌ی صنایع به‌ترتیب بیش‌ترین اولویت را داشتند.

جدول ۳- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی نیروی محرک در دشت سیدان- فاروق استان فارس.

Table 3- Ranking of the components of driving force in Seydan-Farooq plain, Fars province.

Abbreviation	Object	Average rank	Overall rank	Number of questionnaires	Chi-square	Degrees of freedom	Significant
D_1	Population	4.45	1	40	125.14	4	0.00
D_2	Agricultural development	4.11	2				
D_3	Gardens development	2.73	3				
D_5	Climate change	1.87	4				
D_4	Industries development	1.86	5				

از دیدگاه خبرگان رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی فشار در دشت سیدان- فاروق استان فارس در جدول ۴ نشان داده شده‌است. در این پژوهش، اندازه‌ی میانگین رتبه‌ها از ۱/۲۵ تا ۵/۴۰ متغیر است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی گویه‌ها مبتنی بر آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی فشار در روی‌کرد DPSIR است. در این نظرسنجی گویه‌ی برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی با میانگین رتبه‌ی ۵/۴۰ و گویه‌ی برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش خانگی با میانگین رتبه‌ی ۱/۲۵، به‌ترتیب رتبه‌ی اول و ششم را گرفتند. در دشت سیدان-فاروق در مؤلفه‌ی فشار در تشدید خطر فرونشست زمین عامل‌های برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش کشاورزی، رعایت‌نکردن

حقابه‌ی زیست‌محیطی آبخوان، کاهش بارندگی، برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش باغ‌ها، برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش صنایع و برداشت از سفره‌ی آب زیرزمینی در بخش خانگی به‌ترتیب بیش‌ترین اولویت را

جدول ۴- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی فشار در دشت سیدان- فاروق استان فارس.

Table 4- Ranking of pressure component items in Seydan-Farooq plain, Fars province.

Abbreviation	Object	Average rank	Overall rank	Number of questionnaires	Chi-square	Degrees of freedom	Significant
P_2	Extraction from the underground water table in the agricultural sector	5.40	1				
P_6	Not complying with the environmental rights of the aquifer	4.43	2				
P_5	Decrease in rainfall	3.95	3				
P_3	Extraction from the underground water table in the gardens sector	3.84	4	40	154.98	5	0.00
P_4	Extraction from the underground water table in the industrial sector	2.14	5				
P_1	Extraction from the underground water table in the domestic sector	1.25	6				

داشتند.

از دیدگاه خبرگان رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ در دشت سیدان- فاروق استان فارس در جدول ۵ نشان داده شده‌است. در این پژوهش، اندازه‌ی میانگین رتبه‌ها از ۲/۳۵ تا ۵/۷۵ متغیر است. نتایج حاصل از رتبه‌بندی گویه‌ها مبتنی بر آزمون فریدمن نشان‌دهنده‌ی تفاوت معنی‌دار گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ در روی‌کرد DPSIR است. در این نظرسنجی گویه‌ی افزایش راندمان آبیاری با میانگین رتبه‌ی ۵/۷۵ و گویه‌ی تغذیه‌ی نقطه‌ای آب در دشت با میانگین رتبه‌ی ۲/۳۵، به‌ترتیب رتبه‌ی اول و ششم را گرفتند. شایان ذکر است گویه‌های مهارکردن برداشت چاه‌های مجاز و اقدام‌های آبخوان‌داری، هر دو با میانگین رتبه‌ی ۴/۱۶، به‌طور مشترک رتبه‌ی سوم را گرفتند. در دشت سیدان-فاروق در مؤلفه‌ی پاسخ، در کاهش خطر فرونشست زمین، عامل‌های افزایش راندمان آبیاری، تغییر الگوی کشت، کنترل برداشت چاه‌های مجاز، عملیات آبخوان‌داری، انسداد چاه‌های غیر مجاز، اقدام‌های فرهنگی و تغذیه‌ی نقطه‌ای آب در دشت،

جدول ۵- رتبه‌بندی گویه‌های مؤلفه‌ی پاسخ در دشت سیدان- فاروق استان فارس.

Table 5- Ranking of response component items in Seydan-Farooq plain of Fars province.

Abbreviation	Object	Average rank	Overal l rank	Number of questionnaires	Chi-square	Degrees of freedom	Significant
R_6	Increasing irrigation efficiency	5.75	1				
R_5	Changing the cultivation pattern	5.05	2				
R_1	Control of withdrawal of authorized wells	4.16	3				
R_2	Aquifer management operations	4.16	3	40	95.75	6	0.00
R_4	Blockage of unauthorized wells	3.58	4				
R_3	Cultural actions	2.95	5				
R_7	Point feeding of water in the plain	2.35	6				

به‌ترتیب بیش‌ترین اولویت را داشتند.

بحث و نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر با استفاده از ابزار DPSIR پس از شناسایی مهم‌ترین مشکلات دشت سیدان- فاروق استان فارس، رابطه‌های علت و معلولی بروز مشکلات موجود را مورد بررسی قرار داد و مهم‌ترین راه‌بردهای مدیریتی به‌منظور بهبود وضعیت موجود را ارائه نموده‌است. از نظر نیروی‌محرک، عامل‌های جمعیت، توسعه‌ی کشاورزی، توسعه‌ی باغ‌ها، توسعه‌ی صنایع و تغییر اقلیم به‌عنوان عامل‌های مهم شناخته شدند و از این میان، عامل‌های توسعه‌ی کشاورزی و جمعیت، به‌عنوان عامل‌های برتر از دید کارشناسان تعیین شدند؛ زیرا افزایش جمعیت منجربه افزایش بهره‌برداری از زمین‌ها شده‌است. کاربری زمین‌ها، مهم‌ترین اثری است که افزایش جمعیت در منطقه به‌دنبال خواهد داشت که خود با تغییر پوشش سطح زمین و افزایش بهره‌برداری از سفره‌ی آب زیرزمینی، باعث تسریع و تشدید پدیده ی فرونشست زمین خواهد شد. یافته‌های نینگال و همکاران (۲۰۰۸) در گینه، اکبری و همکاران (۲۰۲۱) و صالح‌پورجم و همکاران (۲۰۲۱ الف و ب) نیز تأیید کننده‌ی این مطلب است که افزایش جمعیت، منجر به تغییر شدید کاربری زمین‌ها، توسعه‌ی زمین‌های کشاورزی و ازبین‌رفتن محیط طبیعی شده‌است.

نتایج مقایسه‌های زوجی نشان داده‌است که نیروی محرک، مهم‌ترین عامل در خطر پدیده‌ی فرونشست زمین در منطقه بوده‌است. البته باید در نظر داشت که مهارکردن نیروی محرک چندان میسر نیست؛ چرا که نه‌تنها افزایش جمعیت یکی از سیاست‌های کلی کشور است، بلکه تغییر اقلیم نیز مسأله‌ای جهانی بوده و خارج از نظارت مدیران می‌باشد. به‌همین‌دلیل توسعه‌ی زمین‌ها کشاورزی، باغی و صنعتی، و به‌عبارتی تغییر کاربری زمین‌ها نیز اجتناب‌ناپذیر بوده و درنهایت به تقویت نیروهای محرک منجر خواهد شد.

پاسخ، به معنی سیاست‌ها و برنامه‌هایی است که می‌توان برای مهارکردن نیروی‌های محرک، فشار یا آثار ناشی از آن‌ها به کار بست. این پاسخ‌ها می‌توانند به بهبود وضعیت سامانه نیز کمک کنند. کارشناسان خُبره در این پژوهش، سیاست‌های مختلفی که به اجرا درآمده را معرفی نمودند. سیاست‌های پاسخ‌گویی معرفی‌شده شامل مهارکردن برداشت چاه‌های مجاز، اقدام‌های آبخوانداری، اقدام‌های فرهنگی، انسداد چاه‌های غیر مجاز، تغییر الگوی کشت، افزایش راندمان آبیاری و تغذیه‌ی نقطه‌ای آب در دشت بود. براساس مقایسه‌های زوجی انجام‌شده، افزایش راندمان آبیاری و تغییر الگوی کشت، به‌ترتیب، دو اولویت مدیریت در منطقه معرفی شده‌اند.

نکته‌ی قابل تأمل آن است که بهبود کاربری زمین‌های منطقه از روش جلوگیری از نابودی مراتع و یا احیای آن‌ها به‌وسیله‌ی این کارشناسان معرفی نشده‌اند. شاید بتوان دلیل اصلی آن را دشواری‌های قانونی برای احیای زمین‌های ازبین رفته و حقوق مالکیتی دانست که می‌تواند برگشت به عقب را در منطقه بسیار دشوار و یا حتی غیرممکن سازد. این موضوع در پژوهش‌های داش و پونیا (۲۰۱۹)، هانگرفورد و همکاران (۲۰۱۹) و پوپادیچ (۲۰۲۱) نیز به صراحت تأیید شده‌است.

نکته‌ی مهم آن است که برای نیروهای محرک (D)، پاسخ‌های مناسبی (R) وجود ندارد. زیرا خود نیروهای محرک (D)، سبب فشارها (P) می‌شوند. هم‌چنین بیش‌تر پاسخ‌ها (R)، به فشار (P) و وضعیت (S) بر می‌گردند. به‌عبارت دیگر، پاسخ‌های (R) موجود، تلاش دارند فشار (P) را کم کنند و وضعیت (S) را نیز بهبود دهند؛ اما واقعیت آن است که هیچ‌کدام از پاسخ‌ها (R) برای نیروی محرک (D) کارساز نیستند. به‌طور مثال، آیا می‌توان سیاست مهارکردن و تعدیل جمعیت را لحاظ کرد (تغییر سیاست‌ها)؛ و یا این‌که سیاست توسعه‌ی کشاورزی، باغ‌ها و صنایع را متوقف کرد؟. مسلماً در شرایط فعلی، توقف این سیاست‌ها امکان‌پذیر نیست؛ اما تعدیل و اصلاح آن‌ها باید به‌صورت ویژه مد نظر برنامه‌ریزان و مدیران عرصه‌های طبیعی کشور قرار گیرد. شایان ذکر است در صورتی‌که اقدام به اصلاح این موارد نشود هم‌چنان فشارها (P) وجود دارد و منجر به شرایطی بحرانی‌تر از وضعیت (S) موجود و در نهایت، اثر (I) آن، ازبین‌رفتن زمین‌ها، آبخوان‌ها و نابودی بیش از پیش منابع آب و خاک کشور خواهد شد.

نکته‌ی مهم دیگر آن است که سازمان منابع‌طبیعی و آبخیزداری کشور برای مؤلفه‌ی وضعیت (S)، پاسخ‌های (R) بسیاری دارد؛ اما هنوز در مدیریت منابع آب و خاک کشور موفقیت مطلوب و مورد انتظار را نداشته‌است. دلیل آن است که همواره متولیان امر، واکنشی عمل کرده‌اند؛ به‌عبارتی ایشان در صدد بهبود وضعیت (S) بوده‌اند؛ اما پیشگیرانه عمل نکرده‌اند و قادر نبوده‌اند نسبت به توقف یا تعدیل فشارها (P) و نیروهای محرک (D) اقدام نمایند. بنابراین باید توجه داشت آن‌چه وضعیت (S) را بهبود می‌بخشد، روی‌کرد واکنشی است و آن‌چه که نیروهای محرک (D) را مد نظر قرار می‌دهد، روی‌کرد پیشگیرانه است. بنابراین هر دو روی‌کرد واکنشی و پیشگیرانه، باید همزمان اعمال شوند تا موفقیت به‌دست آید.

پیشنهادهای زیر با توجه به یافته‌های این پژوهش، ارائه می‌شود:

- با توجه به این‌که ساختار اجرایی مدیریت منابع‌طبیعی کشـــور بیش‌تر منطبق بر مؤلفه‌های فشار (P) و وضعیت (S) اســـت؛ پیشنهاد می‌شود نسبت به تدوین پاسخ‌های (R) مناسب، کاربردی و اجرایی اقدام شود.
- ضـــروری اســـت به روی‌کـــرد پیشـــگیرانه در کاهش خطر فرونشســـت زمین توجه و اهتمام جدی شود؛ زیرا متأسفانه در کشور به این مهم توجه نشده‌است. بنابراین پیشنهاد می‌شـــود روی‌کرد پیشگیرانه‌ای مد نظر و اجرا قرار گیرد که هم نیروهـــای محرک (D) را درک کند و هم مانع از اجرای سیاســـت‌هایی شود که آن سیاست‌ها، سبب فشارها (P) شوند.
- در ایـــن پژوهش بـــا توجه به نظر کارشناســـان خُبره، پیشـــنهاد می‌شـــود سیاســـت‌های مربوط به گویه‌های مؤلفه‌ی پاســـخ در دشت ســـیدان- فاروق استان فارس باجدیـــت بیش‌تری پیگیری شـــود و در برنامه‌ریزی‌ها و سیاســـت‌گذاری‌های آینده به این موارد توجه بیش‌تری شود.

سپاس‌گزاری

این اثـــر برگرفته از بخشـــی از نتایج طـــرح تحقیقاتی مســـتقل با عنوان بررســـی راه‌حل‌هـــای مدیریت خطر فرونشست زمین با روی‌کرد DPSIR در استان فارس، با شناســـه‌ی مصـــوب ۹۹۰۴۵۸-۰۲۱-۲۹-۵۰-۲، در پژوهشـــکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری می‌باشد. به این منظور، نویسندگان این مقاله، بر خود لازم می‌دانند تا از حمایت‌های مادی و معنوی پژوهشـــکده‌ی حفاظت خاک و آبخیزداری و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی اســـتان فارس، تشـــکر و ســـپاس‌گزاری کنند.

فهرست منابع

Akbari M, Memarian H, Neamatollahi E, Jafari Shalamzari M, Alizadeh Noughani M, Zakeri D. 2021. Prioritizing policies and strategies for desertification risk management using MCDM–DPSIR approach in northeastern Iran.Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development, 23(2): 2503–2523.

Bell S. 2012. DPSIR a problem structuring method? An exploration from the ‘‘Imagine’’ approach. European Journal Operational Research, 222: 350-360.

Dash P, Punia M. 2019. Governance and disaster: Analysis of land use policy with reference to Uttarakhand flood 2013, India.International Journal of Disaster Risk Reduction,36: 1-25.

European Environment Agency. 2003. Environmental Indicators: Typology and Use in Reporting, 20 p.

Gari SR, Guerrero CEO, Uribe B, Icely JD, Newton A. 2018. A DPSIR-analysis of water uses and related water quality issues inthe Colombian Alto and Medio Dagua Community Council. Water Science, 32: 318–337.

Gregory AJ, Atkins JP, Burdon D, Elliot M. 2005. A problem structuring method for ecosystem-based management: The DPSIR modeling process. European Journal of Operational Research, 227: 558–569.

Hu RL. 2006. Urban land subsidence in China. The Geological Society of London, 786: 1-8.

Hu RL, Yue ZQ, Wang LC, Wang SJ. 2004. Review on current status and challenging issues of land subsidence in China. Engineering Geology, 76(1): 65–77.

Hungerford H, Smiley SL, Blair T, Beutler S, Bowers N, Cadet E. 2019. Coping with floods in Pikine, Senegal: An exploration of household impacts and prevention efforts.Urban Science,3(2): 54–64.

Jazi H, Karkehabadi Z, Kamyabi S. 2018. Sustainable development strategies in upper basin watershed cities, Case study: Garmsar City. Watershed Engineering and Management, 9(4): 426–440. (In Persian(.

Joybari J, Kavian A, Mosaffaie J. 2015. Evaluation the effect of precipitation characteristics on the spatial and temporal variation of landslide movement (Case study: Tavan landslide of Qazvin Province). Geography and Environmental Hazards, 4 (16): 75–86. (In Persian(.

Karimi Sangchini E, Salehpour Jam A, Mosaffaie J, Payamani K. 2021. Evaluating the solutions for flood risk management in Khorram Abad Watershed using DPSIR framework. Final Project Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, 78 p. (In Persian).

Kristensen P. 2004. The DPSIR framework. Paper presented at the 27–29 September 2004 workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa usingriver basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya.

Lashkaripour GR, Ghafoori M, Mossavi Maddah SM. 2014. An investigation on the mechanism of land subsidence in the northwest of mashhad city, NE Iran. Journal of Biodiversity and Environmental Sciences, 5(3): 321-327.

Mansourfar K. 2006. Advanced methods of statistics with computer programs, University of Tehran Press, Tehran. 480 p. (In Persian).

Maxim L, Spangenberg JH, O›Connor M. 2009. An analysis of risks for biodiversity under the DPSIR framework. Ecological Economics, 69(1): 12-23 .

Merikhpour MH, Mousavi M, Safari Kamil M. 2012. Investigation of the phenomenon of land subsidence and subsidence due to the decrease of groundwater level in Kaboudar Ahang plain of Hamadan. Proceedings of the National Conference on Water and Wastewater Engineering, Kerman, Graduate University of Industrial and Advanced Technology. (In Persian).

Mosaffaie J, Salehpour Jam A. 2018. Economic assessment of the investment in soil and water conservation projects of watershed management. Arabian Journal of Geosciences, 11(368): 1–10. DOI: 10.1007/s12517-018-3706-0.

Mosaffaie J, Salehpour Jam A, Tabatabaei MR, Kousari MR. 2021a. Developing resources management responses in gorganroud watershed using driving force, pressure, state, impact, response (DPSIR) software. Watershed Management Research, 34(1): 93–111. (In Persian).

Mosaffaie J, Salehpour Jam A, Tabatabaei MR, Kousari MR. 2021b. Trend assessment of the watershed health based on DPSIR framework.Land Use Policy,100: 104911.

Mosaffaie J, Nikkami D, SalehPour jam A. 2019. Watershed Management in Iran: History, Evolution and Future Needs. Journal of Watershed Engineering and Management, 11 (2): 283-300. (In Persian).

Namaalwa S, Van dam AA, Funk A, Ajie GS, Kaggwa RC. 2013. A characterization of the drivers, pressures, ecosystem functions and services of Namatala wetland, Uganda. Environmental Science & Policy, 34: 44–57.

Ningal T, Hartemink AE, Bregt AK. 2008. Land use change and population growth in the Morobe Province of Papua New Guinea between 1975 and 2000.Journal of Environmental Management,87(1): 117-124.

Popadić SN. 2021. Flood prevention in Serbia and legal challenges in obtaining the land for flood risk management.Environmental Science and Policy,116: 213-219.

Sadoddin A, Sheikh VB, Ownegh M, Najafi Nejad A, Sadeghi HR. 2016. Development of a National Mega Research Project on the Integrated Watershed Management for Iran. Environmental Resources Research, 4(2): 231-238.

Salehpour Jam A, Mosaffaie J, Tabatabaei MR. 2021a. Assessment of comprehensiveness of soil conservation measures using the DPSIR framework. Environmental Monitoring & Assessment,193(1): 1–9.

Salehpour Jam A, Mosaffaie J, Tabatabaei MR. 2021b. Management responses for Chehel-Chay Watershed health improvement using the DPSIR framework. Journal of Agricultural Science & Technology, 23(4): 797-811.

Shao C, Guan Y, Chu C, Shi R, Ju M, Shi J. 2014. Trends analysis of ecological environment security based on DPSIR model in the coastal zone: A survey study in Tianjin, China. International Journal of Environment Research, 8(3): 765-778.

Sheikh V, Zare Garizi A, Alvandi E, Asadi Nalivan O, Khosravi Gh, Sadoddin A, Ownegh M. 2020. Participatory site selection for the proposed options in the management of the Hable-Roud Basin. Watershed Management Research, 32 (4): 2-18. (In Persian).

Soleimanpour SM, Ghahari GR, Salehpour Jam A, Tabatabaei MR, Hedayatfard M. 2021. Prioritization of factors affecting the non-participation of exploiters in watershed management projects (Case study: Chikan and Morzian Watershed of Sepidan, Fars Province). Journal of Geographic Space,

21(73): 87-102. (In Persian).

Soleimanpour SM, Salehpour Jam A, Mosaffaie J, Noroozie Kh. 2022. Investigation of land subsidence risk management solutions by DPSIR approach in Fars Province. Final Project Report, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Tehran, 95 p. (In Persian).

Soleimanpour SM, Salehpour Jam A, Noroozi AA, Khalili N, Keshavarzi H. 2019. Experts› viewpoint on prioritizing factors affecting lack of sustainable participation of rural communities in watershed management projects on the Moradabad Watershed, Meymand the Province of Fars. Watershed Management Research, 32(3): 53-62. (In Persian).

Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center

Watershed Management Research

ISSN: 2981-2038

Agricultural Research, Education and Extension Organization

Land Subsidence Risk Management Solutions in Seydan-Farooq Plain of Fars Province with the Driving Force-Pressure-State-Impact-Response Approach

Seyed Masoud Soleimanpour[*1], Amin Salehpour Jam[2], Jamal Mosaffaie[3], Kheyrollah Noroozie[4]

1- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran
2 and 3- Associate Professor, Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
4- M.Sc., Soil Conservation and Watershed Management Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

Extended Abstract

Introduction and Objective

One of the important natural hazards is land subsidence. This phenomenon has also been observed in Iran due to the indiscriminate extraction of underground water resources, and unfortunately, more areas are exposed to it. The DPSIR tool or Driving Force, Pressure, State, Impact, Response framework is a tool that describes environmental problems through cause and effect relationships between human activities and the environment. This framework provides a background to combine different types of indicators and considers not only the environmental effects but also the economic and social effects resulting from changes in the status of ecosystems. The purpose of this research is to present the cause and effect relationships for the most important issues and problems of the risk of land subsidence in one of the important and critical plains of Fars province (Seydan-Farooq) and the most appropriate management responses using the DPSIR tool. and provide non-management to improve the current situation.

Materials and Methods

First, the problems of Seydan-Farooq Plain were determined based on library studies, asking experts and referring to the region, and based on this, possible strategies were determined. Then, the DPSIR tool was used to identify the cause and effect relationship analysis between the factors that determine the characteristics affecting land subsidence in the plain, and the DPSIR table was prepared for the risk of

Article Type: Research Article

***Corresponding Author E-mail:** m.soleimanpour@areeo.ac.ir

Citation: Soleimanpour, S.M., Salehpour Jam, A., Mosaffaie, J., Noroozie, Kh. 2023. Land Subsidence Risk Management Solutions in Seydan-Farooq Plain of Fars Province with the Driving Force-Pressure-State-Impact-Response Approach. Watershed Management Research. 36(1): 50-65.

DOI: 10.22092/WMRJ.2022.358262.1465

Received: 07 January 2022, **Received in revised form:** 12 April 2022, **Accepted:** 07 January 2022, **Published online**: 21 March 2023

Watershed Management Research, VOL. 36, No.1, Ser. No: 138, Spring 2023, pp. 50-65.

Publisher: Regional Information Center for Science and Technology

©Author(s)

land subsidence in this plain. In order to prioritize and determine the importance of the problems, pressures and management strategies of the plain, a Likert scale questionnaire was used as a measurement tool and 40 experts were surveyed. Friedman›s test was used to rank the items and Cronbach›s alpha method was used to check the reliability of the questionnaire using SPSS version 22 software. Then Friedman›s test was used for two-way analysis of variance by ranking and also comparing the average ranking of different groups using SPSS software.

Results and Discussion

The ranking of the items of the driving force component in Seydan-Farooq plain of Fars province showed that the range of the average values of the ratings varies from 1.86 to 4.45. The ranking of the items shows a significant difference in the items of the driving force component, so that the item «Population» with an average rating of 4.45 and also the item «Development of Industries» with an average rating of 1/86, it has been ranked first and fifth respectively. Therefore, in the «driving force» component, according to the factors: population, agricultural development, garden development, climate change and industrial development, the highest priority in intensifying the risk of land subsidence in this plain. assigned Regarding the ranking of the pressure component items, the range of the difference in the average values of the ratings in the pressure component varies from 1.25 to 5.40. The ranking of the items showed a significant difference in the items of the pressure component, so that the item «withdrawal from the underground water table in the agricultural sector» with an average rating of 5.40 and also the item «withdrawal from «Underground water table in the domestic sector» with an average rating of 1.25 has been ranked first and sixth respectively. Therefore, in the «pressure» component, according to the factors: withdrawal from the underground water table in the agricultural sector, failure to comply with the environmental rights of the aquifer, decrease in rainfall, withdrawal from the underground water table in the garden sector, From the underground water table in the industrial sector and the withdrawal from the underground water table in the domestic sector, they have assigned the highest priority in intensifying the risk of land subsidence in this plain. The average values of the ranks in the response component vary from 2.35 to 5.75. The ranking in the items of the response component also shows a significant difference, so that the item «increasing irrigation efficiency» with an average rating of 5.75 and also the item «nutrition» Point of water in the plain» with an average rating of 2.35 has taken the first and sixth place, respectively. Therefore, in the «response» component, in the order of the factors: increasing irrigation efficiency, changing the cultivation pattern, controlling the harvesting of authorized wells, aquifer operations, blocking unauthorized wells, cultural measures and spot nutrition. Water in the plain has the highest priority in reducing the risk of land subsidence in this plain.

Conclusion and Suggestions

Five driving forces (D) have caused six pressures (P) on the water resources of this plain, the most important of which are «withdrawal from the underground water table in the agricultural sector» and «not respecting the environmental rights of the aquifer». are The pressures, in turn, have created a disordered (S) situation (dropping of the water table) in this plain. This situation has two adverse effects (I) «land destruction» and «aquifer destruction». In order to improve the situation, seven management responses (R) were presented, the most important of which are «increasing irrigation efficiency» and «changing the cultivation pattern». In the current situation, it is not possible to stop the pressures; However, their adjustment and modification should be specially considered by planners and managers. It is worth mentioning that if these cases are not corrected, there will still be pressures (P) and will lead to more critical conditions than the existing situation (S) and finally, its effect (I), destruction of lands, aquifers. and the destruction of water and soil resources of this plain will be more. Due to the fact that the executive structure of the country›s natural resources management is more in line with the components of pressure (P) and situation (S); It is suggested to develop suitable, practical and operational answers (R). It is also necessary to pay serious attention to the preventive approach in reducing the risk of land subsidence; Because, unfortunately, this matter has not been paid attention to in the country. Therefore, it is suggested to consider and implement a preventive approach that both understands the driving forces (D) and prevents the implementation of policies that cause pressure.

Keywords: Cause and effect analysis, DPSIR, Fars, land subsidence, management, prioritization