ارزیابی اثرات اقلیمی و انسانی بر سطح آب های زیرزمینی در چارچوب الگوی خود توضیحی با وقفه‌هـای گسـترده (مطالعه موردی: استان کرمان)

بهناز ناظرانی، فرزانه حسنی دیارجان[1]
b.nazerani89@yahoo.com

چکیده

امروزه منابع آب‌زیرزمینی جهان در وضعیت بحرانی است. عوامل مختلف طبیعی و انسانی در چند دهه اخیر باعث ایجاد شرایط بحرانی شده ا ست، که این امر افت پیو سته سطح آب‌های زیرزمینی را با خود به‌همراه دا شته ا ست. بنابراین با توجه به اهمیت منابع آب زیرزمینی در استان کرمان و افت شدید سطح آب زیرزمینی در چند سال اخیر پیش بینی می شود مسأله تأمین آب این استان در آینده با بحران جدی مواجه گردد. لذا این مطالعه به بررسی اثرات اقلیمی و انسانی بر سطح آب‌های زیرزمینی استان کرمان با استفاده از الگوی خود توضیحی با وقفه‌هـای گسـترده در طی سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۶۵ پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان داده است که سطح زیرکشت، درصد بهره‌برداری از قنات، درصـد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق، میزان برداشـت از آب‌های زیرزمینی و دما اثر منفی و بارندگی اثری مثبت بر سـطح آب‌های زیرزمینی دارد. همچنین ضریب جمله تصحیح خطا نیز ۰/۶۰- برآورد شده که علامت منفی آن مورد انتظار ا ست. لذا بایستی برنامه‌ریزی بهینه درخصوص تخصیص بهینهٔ منابع آب زیرزمینی و اصلاح الگوی کشت در این منطقه صورت گیرد.

طبقه‌بندی *JEL*: *Q10، B41*

کلیدواژگان: آب‌زیرزمینی، اقلیم، الگوی خود توضیحی با وقفه‌های گسترده، کرمان

[1] دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه تهران

مقدمه

در قرن حاضر مدیریت منابع آب به ویژه آب‌های زیرزمینی، در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت خاصی برخوردار است. منابع زیرزمینی آب به صورت مستقیم یا غیرمستقیم از آب‌های سطحی و بارندگی تغذیه می‌شوند؛ حدود یک سوم جمعیت جهان وابسته به آب زیرزمینی بوده و بیش از ۷۰ درصد منابع آب زیرزمینی به مصرف کشاورزی می‌رسد. بنابراین استفاده پایدار از این منابع به معنای برداشت محدود از آن‌هاست. در سال‌های اخیر در بسیاری از کشورهای جهان برداشت آب از منابع زیرزمینی از میزان تغذیه سالیانه آن‌ها بیشتر است. این امر به معنای استخراج و استفاده از آبی است که در طول هزاران سال در لایه‌های آب‌دار زمین ذخیره شده‌است. به طورکلی توسعه کشاورزی و صنعت باعث افزایش برداشت از منابع مذکور شده و برداشت بی رویه از مخازن آب زیرزمینی موجب شده که میزان تغذیه آبخوان جوابگوی برداشت نبوده و سطح آب زیرزمینی افت نماید. ایران به طور متوسط سالانه پنج میلیارد مترمکعب آب بیش از ظرفیت لایه‌های آب‌دار زمین از آن‌ها بهره‌برداری می‌کند. یکی از مشکلات مهم در ارتباط با برداشت بی‌رویه آب از آبخوان‌های زیرزمینی، افت سطح آب و متراکم شدن لایه‌ها و رسوبات لایه است. تراکم لایه برخصوصیات هیدرودینامیکی سفره تأثیر گذاشته و باعث کاهش نفوذپذیری و افت ضریب ذخیره آن می‌شود. این پدیده علاوه بر ناپایداری زمین موجب کاهش دائمی حجم مخزن و به‌هم خوردن تعادل طبیعی آن نیز می‌گردد. در این صورت لایه آب زیرزمینی از حالت پویا و دینامیک خارج شده و جزو دشت‌های بحرانی قرار می‌گیرد(لشکری‌پور و همکاران، ۱۳۸۷). علاوه بر این افت سطح آب‌های زیرزمینی می‌تواند خطرات زیست‌محیطی برای مناطق روستایی، شهری و صنعتی مثل فرونشست زمین، ایجاد شق و شکاف در سطح زمین(عامل آسیب به ساختمان ها و تأسیسات کشاورزی) و غیره را ایجاد کند(رنجبرمنش و همکاران، ۱۳۹۲).

عوامل مختلف طبیعی و انسانی در چند دهه اخیر باعث ایجاد شرایط بحرانی و افت سطح آب‌های زیرزمینی در اکثر نقاط ایران و جهان شده است. لذا در دهه‌های اخیر بررسی عوامل موثر بر افت سطح آب‌های زیرزمینی و ارزیابی اثرات افت سطح آب‌های زیرزمینی بر بخش کشاورزی به یکی از موضوعات مورد بحث پژوهشگران تبدیل شده‌است.

حجتی و بوستانی(۱۳۸۸)، با مطالعه بر روی بیلان آب‌های زیرزمینی دشت خیر واقع در شهرستان استهبان به این نتیجه رسیدند که حجم کل تخلیه سالانه (۱۱۹/۱۱ میلیون متر مکعب) بیشتر از حجم کل تغذیه سالانه(۱۰۶/۳۰ میلیون مترمکعب) بوده و در نتیجه حجم ذخایر آب‌های زیرزمینی هر سال مقداری کاهش می‌یابد. میانگین افت سطح آب زیرزمینی در دشت خیر۷/۰۸ متر در ۱۰ سال بود. این موضوع نه تنها موجب کاهش منابع آب و آبدهی چاه‌ها شده است، بلکه مشکلات جدی دیگری از جمله هجوم آب‌های شور به آبخوان، خشک شدن چشمه‌ها و نشست زمین، افزایش هزینه‌های پمپاژ و کاهش محصولات کشاورزی در اثر شور شدن آب چاه‌ها را نیز به دنبال داشته است. شکیبا و همکاران(۱۳۸۹)، در مطالعه خود نشان دادند که خشکسالی‌های رخ داده بر افت سطح آب‌های زیرزمینی استان کرمانشاه تأثیر به سزایی داشته‌اند. فتحی و زیبایی(۱۳۹۰)، در مطالعه خود نشان دادند که برداشت بیش از حد از سفره‌های آب زیرزمینی به علت عدم مدیریت صحیح منجر به کاهش سطح آب‌های زیرزمینی شده و رفاه کشاورزان

را تحت تاثیر قرار می‌دهد. نادریان‌فر و همکاران(۱۳۹۰)، با مطالعه بر روی روند تغییرات نوسانات سطح آب زیرزمینی درحوضه آبریز نیشابور، به بررسی اثرات بارندگی و شرایط اقیمی بر روی نوسانات سطح آب زیرزمینی، به این نتیجه رسیدند که خشکسالی‌ها در دشت نیشابور عامل اصلی افت سطح آبزیرزمینی دشت می‌باشد ولی به تنهایی عامل بحران نبوده بلکه برداشت بی‌رویه از دیگر عوامل است. همچنین نتایج نشان می‌دهد برداشت بی‌رویه از سطح آب زیرزمینی به قدری زیاد بوده که بارندگی‌های بوجود آمده نیز بر روی کاهش افت آن کم تاثیر بوده است. محمدی‌قلعه‌نی و همکاران(۱۳۹۱)، با مطالعه بر روی تاثیر خشکسالی بر افت منابع آب همدان نتیجه گرفتند که خشکسالی بر منابع آب‌های سطحی منطقه اثرات تخریبی مستقیم داشته ولی در آب‌های زیرزمینی بین کاهش بارش و افت سطح ایستابی ضریب همبستگی معنی دار وجود ندارد. خشکسالی به صورت غیر مستقیم از طریق کاهش تغذیه سفره‌های آب زیرزمینی از منابع آب سطحی، افزایش برداشت از طریق چاه‌های عمیق، افزایش دما و مقدار تبخیر - تعرق بر منابع آب زیرزمینی موثر می‌باشند. پاندا و همکاران(۲۰۰۷)، به بررسی اثرات خشکسالی بر روی تراز آب زیرزمینی در اریسا پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داده است که افت سطح آب‌های زیرزمینی در طول سال‌های خشک، ناشی از کمبود بارش، درجه حرارت بالا و رشد و تکامل زندگی بشری بوده که این کمبود آب زیرزمینی در سالهای مرطوب قابل جبران نمی‌شود. منکیو و مسپلا (۲۰۰۸)، در مطالعه‌ای بر روی تعامل سطوح آب زیرزمینی در جریان مدیترانه‌ای شهری به این نتیجه رسیدند که تغییر رژیم آبدهی آب‌های سطحی و زیرزمینی نواحی مدیترانه علاوه بر وقوع خشکسالی و سیلاب‌ها، ناشی از افزایش جمعیت و شهرنشینی می‌باشد.

بنابراین با توجه به رشد جمعیت و افزایش تقاضای منابع آب سالم و به دلیل نمایان شدن پدیدهٔ تغییر اقلیم که اثرات منفی بر منابع آب جهان دارد، توجه به مدیریت منابع آب تحت تأثیر عوامل اقلیمی و انسانی بیش از پیش به چشم می‌خورد. این امر موجب شده است که مدیران و کارشناسان مربوطه، به تجزیه و تحلیل و پیش بینی عوامل مختلف طبیعی و انسانی در آینده و ارزیابی اثرات آن به منظور کنترل و کاهش اثرات آن بر منابع آب زیرزمینی بپردازند. از اینرو هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات اقلیمی و انسانی بر سطح آب‌های زیرزمینی استان کرمان با استفاده از الگوی خود توضیحی با وقفه‌های گسترده می‌باشد.

استان کرمان در جنوب شرقی فلات مرکزی ایران قرار دارد. این استان بین ۵۳ درجه و ۲۶ دقیقه تا ۵۹ درجه و ۲۹ دقیقه طول شرقی و ۲۵ درجه و ۵۵ دقیقه تا ۳۲ درجه عرض شمالی قرار دارد. این استان از شمال به استان خراسان جنوبی، از غرب به استان‌های یزد و فارس، از جنوب به هرمزگان و از شرق به استان سیستان و بلوچستان محدود می‌شود. جمعیت این استان در سال ۱۳۹۵و بر اساس آمار مرکز آمار ایران برابر با ۳,۱۶۴,۷۱۸ تن بوده‌است. کرمان با در برگرفتن بیش از ۱۱ درصد از وسعت ایران و با حدود ۱۸۳,۲۸۵ کیلومتر مربع پهناورترین استان‌های ایران می‌باشد. این استان با متوسط بارندگی سالیانه ۱۲۹ میلیمتر، در سطح کشور در زمره مناطق خشک محسوب می‌شود. کاهش نزولات جوی، تداوم خشکسالی، رشد جمعیت و افزایش سطح زیر کشت باغات باعث گردیده حجم ذخیره سفره‌های آب زیرزمینی کاهش یافته و تداوم این روند موجب افت کمی و کیفی منابع آب و بحرانی شدن بسیاری از دشت‌ها

شده است. عدم امکان تأمین آب شرب مطمئن، برداشت بی رویه از منابع آب زیرزمینی، نشست زمین، عدم امکان استفاده از ظرفیت معادن و امکانات بالقوه استان و غیره از جمله اثرات ناشی از این بحران می‌باشد.

مواد و روش‌ها

در این مطالعه به منظور تحلیل و بررسی روابط کوتاه مدت و بلند مدت بین متغیر وابسته و متغیر مستقل از رویکرد مدل خود توضیح با وقفه‌های گسترده[1]استفاده شده است. بیشتر مطالعات انجام شده اشاره به این دارند که رهیافت *ARDL* برای بررسی هم‌جمعی بر دیگر روش‌های مرسوم همچون روش انگل و گرینجر برتری دارد. یکی از دلایل برتر دانستن این رهیافت، آن است که نیازی به اطلاع از درجه هم‌گرایی متغیرهای مورد استفاده در الگو که در روشهای معمول مورد نیاز هستند، وجود ندارد و همچنین این مدل می‌تواند اجزای بلند مدت و کوتاه‌مدت الگو را بطور همزمان برآورد کند و از ایجاد مشکلات مربوط به حذف متغیرها از الگو و نیز مشکل خودهمبستگی جلوگیری نماید(آماده،۱۳۸۶).

شکل کلی الگوی خود توضیح با وقفه‌های گسترده به شکل زیر می‌باشد (دریتساکی و استیاکاکیس،۲۰۱۴):

$$\varphi(L,P)Y_t = \sum_{i=1}^{K} b_i(L,q_i)x_{it} + cw_t + u_t \qquad (۱)$$

که در آن:

$$\varphi(\mathrm{L},\mathrm{P}) = 1 - \varphi_1 L - \varphi_2 L^2 - \ldots - \varphi_{\mathrm{P}} \mathrm{L}^{\mathrm{P}} \qquad (۲)$$

$$\mathrm{b_i}(\mathrm{L},\mathrm{q_i}) = b_{i0} + b_{i1}L + \ldots + b_{iq}L^{\mathrm{q}} \ , \ \mathrm{i} = 1,2,\ldots,\mathrm{k} \qquad (۳)$$

در معادله‌ی (۱)، Y متغیر وابسته، L عملگر وقفه، W برداری از متغیرهای ثابت مثل عرض از مبدا، متغیرهای مجازی، روند زمانی و یا متغیرهای برونزا با وقفه‌ی ثابت است. همچنین در معادله(۱)، ضرایب بلند مدت به صورت زیر محاسبه می‌شود(فدائی و کاظمی،۱۳۹۱):

$$\pi = \frac{\hat{\lambda}\left(\hat{\mathrm{p}},\hat{\mathrm{q}}_1,\hat{\mathrm{q}}_2,\ldots\hat{\mathrm{q}}_{\mathrm{k}}\right)}{1 - \hat{\alpha}_1 - \hat{\alpha}_2 - \ldots - \hat{\alpha}_{\mathrm{p}}} \qquad (۴)$$

[1] ARDL

در رابطه (۴)، $\hat{\lambda}(\hat{p},\hat{q}_1,\hat{q}_2,\dots\hat{q}_k)$، تخمـــین‌هـــای *OLS* را برای کلیه ترکیبات ممکن مقادیرP، برای مدل *ARDL* انتخـابی معرفـی مـی‌کنـد. مـدل تصـحیح خطـا(*ECM*) مرتبط با مدل *ARDL* با نوشتن معادله (۱)، بر حسب سطوح وقفه داده شده و تفاضل مرتبـه اول متغیرهای $x_{1t},x_{2t},\dots.x_{kt}$, y_t و w_t به دست می‌آید(دریتساکی و استیاکاکیس،۲۰۱۴):

$$\Delta y_t = \Delta\alpha_0 - \alpha\left(1,\hat{p}\right)ECM_{t-1} + \sum_{i=1}^{k}\beta_{i0}\Delta x_{it} + \lambda'\Delta w_t - \sum_{j=1}^{\hat{p}-1}\alpha_{0j}\Delta y_{t-j} - \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{\hat{q}-1}\beta_{ij}\Delta x_{i,t-j} + \varepsilon_t \qquad (۵)$$

ECM، مدل تصحیح خطا می‌باشد که به صورت زیر تعریف می‌گردد (دریتساکی و استیاکاکیس،۲۰۱۴):

$$ECM_t = y_t - \alpha - \sum\hat{\beta_i}x_{it} - \lambda' w_t \qquad (۶)$$

در معادله (۶)، x_{it} برداری از متغیرهای اجبار ی و ε_t بردار جزء خطای تصادفی با میانگین صفر و واریانس-کواریانس ثابت می‌باشد. وجود یک عبارت تصحیح خطا در میان تعدادی از متغیرهای همجمع شده، دلالت بر ایـن دارد که تغییرات در متغیر وابسته تابعی از سطوح غیر تعادلی در رابطه هم‌جمعی (معرفی شده به وسـیله *ECM*) و نیز تابعی از تغییرات در متغیرهای توضحی دیگر است و نشان می‌دهد که هر انحـراف از تعادل بلند مدت، منجر به تغییرات در متغیر وابسته به منظور اجبار به حرکت به سمت تعادل بلنـد مدت خواهد شد (آذربایجانی و همکاران،۱۳۸۷).

رویکرد *ARDL* شـامل دو مرحلـه بـرای تخمـین روابـط بلندمدت است. مرحله اول، بررسی وجود رابطه بلندمدت میان تمامی متغیرهای موجـود در معادلـه مـی باشـد. در این رابطه اگر مجموع ضرایب برآورد شده مربوط به وقفه های متغیر وابسته کوچکتر از یک باشد الگوی پویا به سمت تعادل درازمدت گرایش میابد. بنابراین برای آزمون همگرایی لازم است فرضیه زیر مورد آزمون قرار گیرد(نوفرستی،۱۳۸۷):

$$H_0 : \sum_{i=1}^{m}\beta_i - 1 \geq 0 (7) \qquad (۷)$$

$$H_1 : \sum_{i=1}^{m}\beta_i - 1 < 0 (8) \qquad (۸)$$

آزمون فوق به طریق زیر مورد آزمون قرار می‌گیرد:

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{m} \hat{\beta}_{i-1}}{\sum_{i=1}^{m} \delta_{\hat{\beta}_i}} \qquad (۹)$$

در رابطه (۹)، $\delta_{\hat{\beta}_i}$ ، انحراف معیار ضرایب وقفه های متغیر وابسته است. معیار سنجش در این روش بدین صورت است که اگر قدر مطلق t محاسباتی از قدر مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط دولادو و مستر، بزرگتر باشد فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود رابطه بلندمدت رد شده و وجود رابطه بلند مدت پذیرفته می‌شود. اگر وجود رابطه بلند مدت بین متغیرهای درون مدل اثبات شود، در مرحله دوم، تخمین و تحلیل ضرایب بلندمدت صورت می‌گیرد. در بلند مدت روابط زیر بین متغیرها درون مدل برقرار خواهد بود(ترکمانی و طراز کار ،۱۳۸۴):

$$EP_t = EP_{t-1} = \ldots = EP_{t-m}\ ,\ E_t = E_{t-1} = \ldots = E_{t-m} \qquad (۱۰)$$

$$X_t = X_{t-1} = \ldots = X_{t-m}\ ,\ PR_t = PR_{t-1} = \ldots = PR_{t-m} \qquad (۱۱)$$

در این مطالعه به منظور دستیابی به هدف مورد نظر تحقیق، از داده های سری زمانی ۱۳۹۲-۱۳۶۵ استفاده شده است و برای انجام محاسبات رگرسیونی از نرم‌افزار *Microfit 4.1* کمک گرفته شده است.

نتایج

در ابتدا به‌منظور برآورد مدل مورد نظر، بایستی ایستایی تمامی متغیرها بررسی شده تا این اطمینان حاصل شود که هیچ یک از متغیرها جمعی از مرتبه دو نیستند. بر طبق اوتارا(۲۰۰۴) در صورت وجود متغیر مرتبه دوم در مدل، آماره F محاسباتی قابل اعتماد نیست زیرا این آماره مبتنی بر آن است که تمامی متغیر های درون مدل از مرتبه صفر و یا یک باشند. لذا بایستی آزمون ریشه واحد برای اطمینان از مرتبه متغیرها صورت گیرد. در این مطالعه، آزمون ریشه واحد مدل خود توضیح، آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته می‌باشد. آزمون‌های ریشه واحد برای تمامی متغیرها بوسیله نرم افزار *Eviews 8.0* انجام شده است. نتایج این آزمون در جدول (۱) آمده است.

در جدول(۱) ، مشاهده می‌شود که سطح زیرکشت، درصد بهره‌برداری از قنات و درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق ایستا از مرتبه یک هستند و سطح آب‌های زیرزمینی، میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی، دما و بارندگی ایستا از مرتبه صفر هستند.

جدول۱. نتایج آزمون دیکی- فولر تعمیم یافته

متغیر	ضریب برآوردی دیکی- فولر	سطح معناداری	درجه ایستایی
سطح آب‌های زیرزمینی	-۳/۶۶	۰/۰۱	I(0)
سطح زیرکشت	-۳/۵۲	۰/۰۲	I(1)
درصد بهره‌برداری از قنات	-۷/۴۱	۰/۰۰	I(1)
درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق	-۶/۱۸	۰/۰۰	I(1)
میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی	-۵/۹۷	۰/۰۵	I(0)
دما	-۳/۱۷	۰/۰۳	I(0)
بارندگی	-۴/۶۶	۰/۰۰	I(0)

منبع: یافته های تحقیق

روش تصریح و دستیابی بـه مـدل مطلـوب روشی مرحله‌ای خواهد بود. بدین صورت که مدل اولیه شـامل همه متغیرهای توضیحی خواهد بود. در مراحل بعدی به صورت مرحله به مرحله هر یک از متغیرهایی که از نظر علامت و یا معنا داری یا مبانی نظری مغایرت داشته‌اند را از مـدل حذف کرده و نهایتاً بهترین مدل به دست می‌آید. همچنین تجزیـه و تحلیـل از روش *ARDL*، مبتنـی بـر تفسـیر سـه معادله پویا، بلندمدت و تصریح خطا می‌باشد.

نتایج مربوط به معادله پویا کـه در آن متغیـر وابسـته بـه شکل وقفه در سمت راست معادله ظاهر مـی‌شـود، حداکثر با ۲ وقفه در جـدول (۲)، آمده است.

نتایج مدل پویا نشان می‌دهد که، مدل دارای R^2 بالایی است که به معنای قدرت توضیح دهندگی بالایی متغیرهای مستقل می‌باشد. همچنین نتایج نشان می‌دهد سطح زیرکشت اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش سطح زیرکشت، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. درصد بهره‌برداری از قنات نیز اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بهره‌برداری از قنات، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد.درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق نیز اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بهره‌برداری از چاه‌ها، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد.

دما به عنوان یک متغیر اقلیمی نیز اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش دما، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. بارندگی به عنوان یکی دیگر از متغیر اقلیمی اثر مثبت و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بارندگی، سطح آب‌های زیرزمینی افزایش می‌یابد.

جدول۲.نتایج مربوط به برآورد معادله پویا

متغیر	ضریب	آماره t
سطح آب‌های زیرزمینی با یک قفه	۸/۶۱***	۶/۷۴
سطح زیرکشت	-۰/۰۰۳	-۰/۱۴
درصد بهره‌برداری از قنات	-۷/۰۶***	-۲/۹۵
درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق	-۱/۱۳**	-۲/۲۳
درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق با یک وقفه	-۴/۶۶*	-۱/۷۴
درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق با دو وقفه	۶/۱۸	۰/۴۷
میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی	-۰/۱۹×۱۰$^{-۶}$**	-۲/۱۸
دما	-۶۳/۳۲**	-۲/۵۴
بارندگی	۷/۹۷**	۲/۵۷
عرض از مبدا	-۱۱/۵۰**	-۲/۴۹
ترند	۱۳/۵۸	۰/۸۱
R^2=66.1 %		
F=369 (0.01)		

منبع: یافته های تحقیق (*، و *** به ترتیب نشاندهنده معنادار بودن در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد است.)**

وجود ارتباط بلندمدت بین متغیرها آزمون شد. بدین منظور آماره مورد نیاز ۵/۹۹- برآورد شده است. لذا با مقایسه این آماره با مقدار بحرانی بنرجی، دولادو و مستر در سطح ۹۰ درصد(۳,۴۵) فرضیه صفر رد می‌شود و یک رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای درون مدل ایجاد می‌شود. نتایج حاصل از برآورد رابطه بلندمدت معادله مورد بررسی در جدول (۳) آمده است.

نتایج رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل در جدول(۳)، نشان می‌دهد که سطح زیرکشت، درصد بهره‌برداری از قنات، میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی و دما اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش هر یک از این فاکتورها، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. همچنین بارندگی اثر مثبت و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بارندگی، سطح آب‌های زیرزمینی افزایش می‌یابد.

جدول۳. نتایج مربوط به برآورد رابطه بلندمدت

متغیر	ضریب	آماره t
سطح زیرکشت	-۰/۰۶۲**	-۲/۷۶
درصد بهره‌برداری از قنات	-۰/۳۹***	-۱۰/۱۹
درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق	-۰/۰۵۸	-۱/۳۵
میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی	-۰/۲۲ ×۱۰$^{-۴}$**	-۲/۸۴
دما	-۰/۳۸ ×۱۰$^{-۴}$*	-۱/۸۵
بارندگی	۰/۲۳ ×۱۰$^{-۶}$***	۲/۶۲
عرض از مبدا	-۱/۴۰**	-۲/۱۰
ترند	۱/۵۸	۰/۷۴

منبع:یافته های تحقیق(*، و *** به ترتیب نشاندهنده معنادار بودن در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد است.)**

وجود همگرایی بین متغیرها مبنای استفاده از مدل تصحیح خطا را فراهم می‌کند. الگوی تصحیح خطا در واقع نوسان-های کوتاه مدت متغیرها را به مقادیر بلندمدت آنها ارتباط می‌دهد. لذا به منظور بررسی روابط کوتاه مدت بین تخریب منابع طبیعی و رشد اقتصادی و همچنین سایر متغیرها درون مدل از الگوی تصحیح خطا استفاده شده است که نتایج آن در جدول(۴) آمده است. نتایج جدول(۴)، نشان می‌دهد که ضریب جمله تصحیح خطا معنادار بوده و علامت منفی آن مورد انتظار است. مقدار این ضریب برابر ۰/۶۰- نشان دهنده آن است که حدود ۶۰ درصد انحرافات متغیر وابسته(افت سطح آب‌های زیرزمینی) از مقادیر بلندمدت خود پس از گذشت یک دوره از بین می‌رود.

جدول۴. نتایج مربوط به برآورد الگوی تصحیح خطا

متغیر	ضریب	آماره t
تفاضل سطح زیرکشت	-۰/۰۰۷	-۰/۰۷
تفاضل درصد بهره‌برداری از قنات	-۰/۰۰۹	-۱/۰۱
تفاضل درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق	-۰/۳۶***	-۲/۱۲
تفاضل درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق با یک وقفه	-۰/۰۳۵	-۱/۲۶
تفاضل میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی	-۰/۱۳ ×۱۰$^{-۴}$***	-۳/۶۲
تفاضل دما	-۰/۲۳ ×۱۰$^{-۴}$*	-۱/۹۶

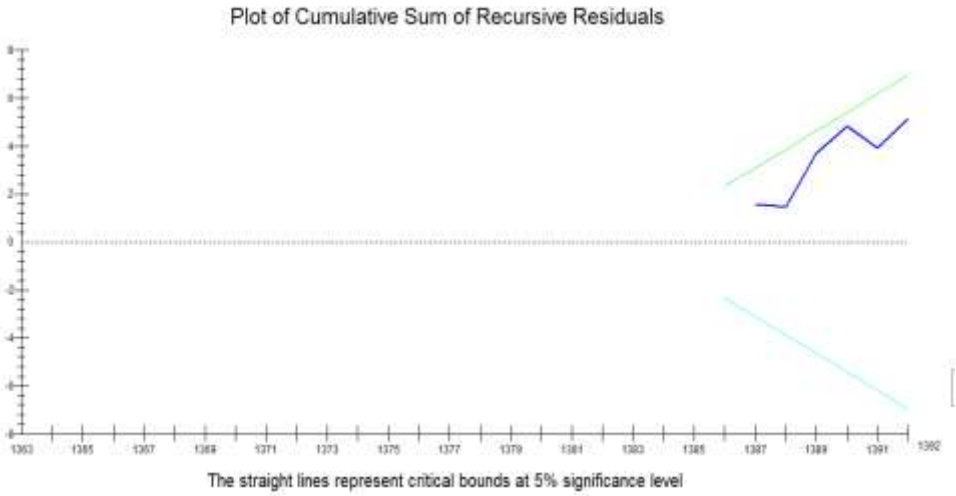
تفاضل بارندگی	۰/۲۴ ×۱۰$^{-۴}$***	۲/۹۲
تفاضل عرض از مبدا	-۰/۱۴ ×۱۰$^{-۶}$*	-۱/۹۳
تفاضل ترند	۱/۹۱	۰/۳۳
جز تصحیح خطا	-۰/۶۰***	-۴/۲۰

R^2=75.8 %

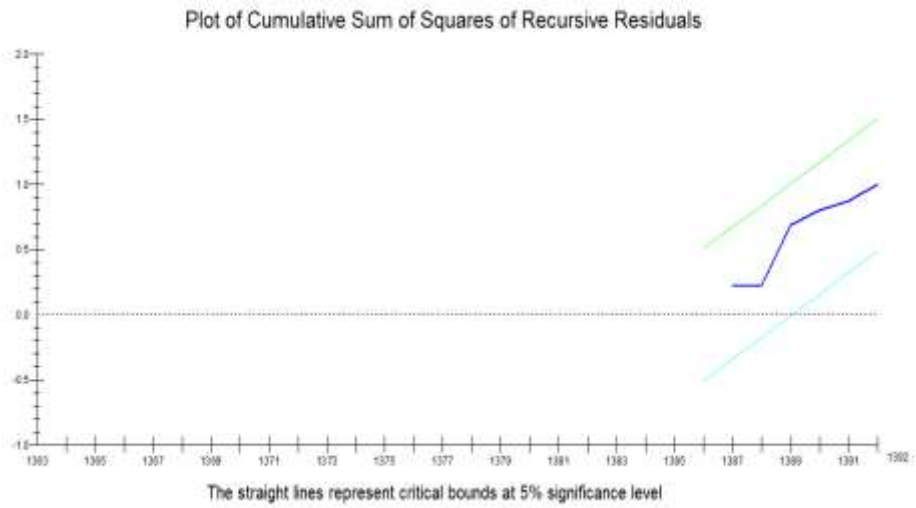
F=5.93 (0.001)

منبع:یافته های تحقیق(*، و *** به ترتیب نشاندهنده معنادار بودن در سطح ۱۰ درصد، ۵ درصد و ۱ درصد است.)**

با توجه به آزمون‌های خلاصه انباشته اجزاء باقیمانده عطفی(*SUSUM*) و خلاصه انباشته مجذور اجزاء باقیمانده(*SUSUM Q*) که در قالب نمودار های (۱) و (۲) نشان دهده شده‌اند، در سطح معناداری ۵٪ فرضیه‌ی صفر مبنی بر وجود ثبات ساختاری مدل پذیرفته می‌شود به عبارت دیگر وجود ثبات ساختاری مدل تأیید می‌گردد.



نمودار۱. خلاصه انباشته اجزاء باقیمانده عطفی



نمودار۲. خلاصه انباشته مجذور اجزاء باقیمانده عطفی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

امروزه مدیریت منابع آب به ویژه آب‌های زیرزمینی، در مناطق خشک و نیمه خشک از اهمیت خاصی برخوردار است. عوامل مختلف طبیعی و انسانی در چند دهه اخیر باعث ایجاد شرایط بحرانی و افت سطح آب‌های زیرزمینی در بیشتر منطقه های کشور از جمله استان کرمان شده است. افت سطح آب زیرزمینی مشکلاتی همچون خشک شدن چاه های آب، کاهش دبی رودخانه و آب دریاچه‌ها، تنزل کیفیت آب، افزایش هزینه پمپاژ و استحصال آب و نشست زمین را بدنبال دارد. بنابراین هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات اقلیمی و انسانی بر سطح آب‌های زیرزمینی استان کرمان با استفاده از الگوی خود توضیحی با وقفه‌های گسترده می‌باشد. نتایج این مطالعه نشان داده است که در کوتاه‌مدت سطح زیرکشت اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش سطح زیرکشت، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. درصد بهره‌برداری از قنات نیز اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بهره‌برداری از قنات، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد.درصد بهره‌برداری از چاه‌های عمیق نیز اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بهره‌برداری از چاه‌ها، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. دما به عنوان یک متغیر اقلیمی نیز اثر منفی و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش دما، سطح آب‌های زیرزمینی کاهش می‌یابد. بارندگی به عنوان یکی دیگر از متغیر اقلیمی اثر مثبت و معناداری بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. به گونه‌ای که با افزایش بارندگی، سطح آب‌های زیرزمینی افزایش می‌یابد. نتایج مربوط به برآورد مدل بلندمدت نیز نشان می‌دهد که سطح زیرکشت، درصد بهره‌برداری از قنات، میزان برداشت از آب‌های زیرزمینی و دما اثر منفی و بارندگی اثری مثبت بر سطح آب‌های زیرزمینی دارد. مقدار ضریب تصحیح خطا برابر ۰/۶۰- برآورد شده است که گویای آن است که حدود ۶۰ درصد انحرافات متغیر وابسته(افت سطح

آب‌های زیرزمینی) از مقادیر بلند مدت خود پس از گذشت یک دوره از بین می رود. بنابراین با توجه به نتایج فوق می‌توان اذعان داشت که مهم‌ترین عاملی که باعث افت شدید سطح آب‌های زیرزمینی کشور می‌شود، عوامل انسانی هستند. بنابراین در یک جمع‌بندی می‌توان گفت وضعیت اقلیمی استان کرمان، به گونه‌ای است که در آینده با افزایش متغیرهای دمایی در منطقه در پی دارد؛ این امر بر افزایش تبخیر و تعرق و نیاز آبی گیاهان تأثیر مستقیم دارد. علی رغم افزایش بارش در منطقه، پراکنش زمانی آن به گونه‌ای است که به مصرف آب در بخش کشاورزی کمک چندانی نخواهد کرد و این امر کماکان روند افزایشی برداشت از سفره‌های آب‌زیرزمینی منطقه را در پی خواهد داشت. همچنین ادامهٔ این وضعیت ناپایداری کشاورزی را در پی خواهد داشت و توسعهٔ ناپایدار نخستین محصول این ناپایداری اکوسیستمی است. بنابراین لزوم برنامه‌ریزی بهینه درخصوص تخصیص بهینهٔ منابع آب زیرزمینی و اصلاح الگوی کشت در این منطقه می‌تواند از شدت افت آب‌های زیرزمینی بکاهد. لذا، کنترل و اصلاح میزان پمپاژ آب و استفاده از پمپاژ بهینه ضروری است. همچنین به منظور تقویت آبخوان می‌توان از طرح‌های تغذیه مصنوعی در مناطق اولویت‌دار استفاده نمود و یا آبخوان‌های مصنوعی ایجاد کرد که مانع از فرار آب زیرزمینی از منطقه می‌شود.

منابع

۱. آذربایجانی،کریم، شهیدی، آمنه، محمدی، فرزانه. ۱۳۸۷. بررسی ارتباط بین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تجارت و رشد در چارچوب یک الگو خود توضیح با وقفه‌های گسترده. پژوهش‌های اقتصادی، سال نهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۷.

۲. آماده ،حمید. ۱۳۸۶. تحلیل تغییرات قیمتی گوشت مرغ با کار برد الگوی ARDL: مطالعه موردی استان تهران. پژوهشنامه اقتصادی، سال دهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۷.

۳. ترکمانی، جواد، طرازکار، محمد حسن. ۱۳۸۴. اثرات تغییرات نرخ ارز بر قیمت صادراتی پسته: کابرد روش خود توضیح با وقفه های گسترده. مجله اقتصادکشاورزی و توسعه، سال سیزدهم، شماره۴۹، بهار ۱۳۸۴.

۴. حجتی سید محمدحسین، بوستانی، فردین .۱۳۸۸. مدیریت پایدار آبخوان دشت خیر استهبان با استفاده از بیلان آب زیرزمینی. فصلنامه جغرافیای طبیعی سال دوم، شماره ۶.

۵. رنجبرمنش، نسرین، انتظاری، مژگان، رامشت، محمدحسین. ۱۳۹۲. بحرانِ ناشی از افت سطح آب زیرزمینی در اثر فعالیت تکتونیکی در دشت ماهیدشت. دو فصلنامه‌ی ژئومورفولوژی کاربردی ایران، سال اول، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۲.

۶. شکیبا، علیرضا، میرباقری، بابک، خیری، افسانه. ۱۳۸۹. خشکسالی و تأثیر آن بر منابع آب زیرزمینی در شرق استان کرمانشاه با استفاده از شاخص SPI. فصلنامه علمی – پژوهشی جغرافیا، سال ۸، شماره ۲۵.

۷. فتحی،فاطمه، زیبایی،منصور. ۱۳۹۰. کاهش رفاه ناشی از افت سطح آبه‌ای زیرزمینی در دشت فیروزآباد. نشریه اقتصاد و توسعه کشاورزی(علوم و صنایع کشاورزی)، ۲۵(۱).

۸. لشکری‌پور غلامرضا، غفوری، م، رستمی‌بارانی، حمیدرضا. ۱۳۸۷. بررسی علل تشکیل شکاف‌ها و فرونشست زمین در غرب دشت کاشمر. مطالعات زمین شناسی جلد ۱، شماره ۱.

۹. محمدی‌قلعه‌نی، مهدی، ابراهیمی کیومرث، عراقی‌نژاد، شهاب. ۱۳۹۱. ارزیابی تاثیر عوامل اقلیمی بر افت منابع آب زیرزمینی(مطالعه موردی: آبخوان دشت ساوه). مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد نوزدهم، شماره ۴.

۱۰. نادریان‌فر، محمد، انصاری، حسین، ضیائی، علی‌نقی، داوری، کامران. ۱۳۹۰. بررسی روند تغییرات نوسانات سطح آبزیرزمینی درحوضه آبریز نیشابور تحت شرایط اقلیمی مختلف. فصلنامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، سال اول، شماره ۳، بهار ۱۳۹۰.

۱۱. نوفرستی، محمد. ۱۳۸۷. ریشه واحد و همجمعی در اقتصاد سنجی. موسسه خدمات فرهنگی رسا، چاپ اول، تهران.

12. Dritsaki,Ch.& Stiakakis,E.(2014). Foreign Direct Investments, Exports, and Economic Growth in Croatia: A Time Series Analysis. Procedia Economics and Finance 14 (2014) 181 – 190.
13. Mencio, A., Mas Pla, J (2008), "Assessment by Multivariate Analysis of Groundwater Surface Interactions in Urbanized Mediterranean Streams", Journal of Hydrology, 352: 355-366.
14. Ouattara, B. (2004) Foreign Aid and Fiscal Policy in Senegal; Mimeo University of Manchester.

15. Panda, D. K., Mishra, A., Jena, S. K., James, B. K., Kumar, A., (2007). The influence of drought and anthropogenic effects on groundwater levels in Orissa, India, Journal of Hydrology. 343, 140–153.

Assessment of climatic and human impacts on the water surface in the framework of a self-explanatory pattern with extensive lag

(Case Study: Kerman Province)

Abstract

Today, the world's underwater resources are in a critical condition. Various natural and human factors have caused critical situations in recent decades, which has led to continuous decline in groundwater levels. Therefore, due to the importance of groundwater resources in Kerman province and the severe drop in groundwater level in recent years, the problem of water supply in this province will face a serious crisis in the future. Therefore, this study examines the climatic and human impacts on groundwater level in Kerman province using a self-explanatory pattern with extensive interruptions during the years 1987-2014. The results of this study showed that the level of cultivation, the percentage of exploitation of the aqueduct, the percentage of exploitation of deep wells, the rate of harvesting from groundwater and temperature have a negative effect and rainfall has a positive effect on the groundwater level. The error correction sentence sentence is also estimated at -0.65, which is a negative sign of that expected. Therefore, optimal planning should be done on the optimal allocation of groundwater resources and the correction of the cultivation pattern in this region.

JEL classification: *Q10, B41*

Keywords: low water, climate, wide lag, Kerman