Ar
Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 1102-1112

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۱۱۱۲-۱۱۰۲

بررسی تاثیر تغییر الگوی کشت بر جلوگیری از زه دار شدن اراضی دشت عباس با استفاده از رویکرد پویایی سیستم

علی بافکار[۱*]، حمزه علی علیزاده[۲]، جبار مظفری[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۱۷

چکیده

انتخاب الگوی کشت مناسب یکی از مهمترین عوامل دستیابی به پایداری منابع آب می‌باشد چرا که با توجه به کمیت و کیفیت آب و خاک کشت گیاهان نامناسب و غیر بومی ممکن است موجب شور شدن و بالا آمدن سطح آب زیرزمینی محیط رشد گیاه شده و تخریب ساختمان خاک و به تبع آن کاهش مقدار عملکرد شود. بر این اساس و با توجه به پویایی شبکه آبیاری و زهکشی دشت عباس، واقع در پایاب سد کرخه و در استان ایلام، از نظر مقدار و کیفیت آب در سناریوهای مختلف الگوی کشت با استفاده از رویکرد پویایی سیستم مورد ارزیابی قرار گرفته است. با توجه به اطلاعات مورد نیاز در این روش مرزهای سیستم، ایجاد مدل مفهومی، تعیین روابط علی و معلولی، تعیین مقادیر متغیرها و صحت سنجی براساس اطلاعات مشاهده ای، آزمون ساختاری، آزمون حدی و پارامترهای آماری و الگوی کشت مطرح شده مورد بررسی قرار گرفته است. مدل مفهومی بر مبنای پنج زیر مدل تقاضای آب، عرضه آب، تنش‌های محیطی، اقتصاد آب و محیطزیست درنظر گرفته شد. نتایج حاصل از بکارگیری این مدل نشان می دهد در تحلیل حساسیت پارامترهای ورودی ضریب برگشت آب کشاورزی به آبخوان به شدت تأثیر گذار بوده و افزایش مقدار آن باعث افزایش حجم استاتیک آبخوان و افزایش کیفیت آب زیرزمینی به سبب رقیق شدن و همچنین کاهش شوری خاک به علت آبشویی می‌شود. از دیگر نتایج این تحقیق استفاده از الگوی کشت پر مصرف با تأکید بر افزایش سطح علوفه که مانع از زه دار شدن اراضی در بلند مدت باعث بهبود ساختمان خاک خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: نرم افزار Vensim ، مدل مفهومی، الگوی کشت ذرت علوفه ای، دشت عباس

مقدمه

با توجه به الگوی کشت که در جدول (۱) ذکر شده است و همچنین خصوصیات منطقه که تأثیر پذیر از عوامل مختلف بوده به نظر رسید که تأثیر کلیه آنها بر روی سیستم آبیاری و زهکشی بررسی شود لذا براین اساس علاوه بر روش پویایی سیستم‌ها روش‌های مدلسازی دیگر مانند شبکه‌های بیزی (BNs)، شبکه عصب مصنوعی (ANN) و الگوریتم ژنتیک (GAs) برای مدل سازی محیط‌های پیچیده مانند برنامه‌ریزی منابع آب مورد بررسی قرار گرفت. شبکه‌های بیزی ابزار قدرتمندی برای شبیه‌سازی ماهیت تصادفی پدیده‌های فیزیکی می‌باشد. در واقع هدف اصلی از ساخت BNs برآورد احتمالی رویدادهای غیرقابل مشاهده می‌باشد (Henriksen et al, 2007). مهمترین مزیت استفاده از BNs این است که می‌تواند برای مدل سازی اجزای سیستم‌های که اطلاعات در مورد آنها محدود، ناقص، تصادفی، نامطمئن و یا بدون ساختار می‌باشد، بکار گرفته شود. با این حال BNs، برای شناخت پویایی حالت‌ها و جریان‌های مختلف در حال تغییر (نسبت به زمان) مرزهای سیستم نمی‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. نیاز به ایجاد بینش بیشتر به استفاده از رویکرد پویایی سیستم برای تجزیه و تحلیل مشکلات بیوفیزیکی و ادغام آنها با جنبه‌های اجتماعی و اقتصادی برای استنتاج پیامدهای سیاستگذاری تصمیم گیری های مدیریت منابع طبیعی وجود دارد (Khan et al, 2009).

از تکنیک پویایی سیستم برای تدوین طرح جامع منابع آب و ارزیابی کمبود آب استفاده گردید (Susnik et al., 2012). در یک پژوهش از روش پویایی سیستم، الگوی کشت، میزان محصول و آلودگی کشاورزی در منطقه‌ای در جنوب ترکیه شبیه‌سازی بعمل آمد. این محققین پس از واسنجی مدل (آزمون رفتار، آزمون حدی و آزمون ساختار) و صحت‌سنجی مدل سناریوهای زیادی را مورد ارزیابی قرار داده و در نهایت به تدوین استراتژی و سیاست‌گذاری منطقه پرداختند. نتایج آنها نشان داد که سیاست‌های اتخاذ شده در مدیریت پروژه‌های

۱- استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه رازی
۲- استادیار گروه مهندسی آب، دانشگاه ایلام
۳- کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی
(* - نویسنده مسئول: Email: alibafkar@yahoo.com)

www.SID.ir

Archive of SID

مذکور آسیب‌های جدی زیست محیطی را در پی خواهد داشت. در ادامه این محققین سیاست‌های پیشنهادی بهسازی شده‌ای را ارائه کردند (Saysel et al., 2001).

نوذری (۱۳۸۸) از تحلیل پویایی سیستم در جهت مدیریت بهره برداری از زهاب کشاورزی استفاده کرد. مدل پویای ارائه شده در این مطالعه پس از اعتبارسنجی در بررسی روش‌های مختلف مدیریت زهاب شور تولیدی در واحد کشت و صنعت امیر کبیر (از شرکت‌های هفتگانه توسعه نیشکر در اهواز) مورد استفاده قرار گرفت. نتایج این مطالعه نشان داد که مدل پویای ارائه شده می‌تواند در طراحی و مدیریت سیستم‌های زهکشی کارآیی خوبی داشته باشد.

خان و همکاران با استفاده از پویایی سیستم رفتار بیلان روزانه آب در سطح مزرعه برنج و تعاملات بین آب زیرزمینی کم عمق و بیلان آب در مزرعه را با نرم افزار Vensim شبیه‌سازی نمودند. نتایج نشان داد که مدل تدوین شده قادر به شبیه‌سازی میزان تبخیر از سطح خاک، نفوذ عمقی، رواناب، جریان رو به بالا و سطح آب زیرزمینی می‌باشد. مدل مذکور همچنین قادر به شبیه‌سازی اثر سناریوهای مختلف مدیریت آبیاری بر توسعه استراتژی‌های بهبود کارایی استفاده از آب آبیاری و کنترل سطح ایستابی، کنترل شوری خاک در اراضی بالادست و کاهش هزینه‌های زهکشی در پایین دست می‌باشد (Khan et al., 2009).

علیزاده و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از مدلسازی پویایی سیستم‌یک مدل جامع برای بررسی اثرات بلندمدت استفاده از فاضلاب تهران در مصارف کشاورزی دشت ورامین را با لحاظ مجموعه عوامل موثر بر آن توسعه دادند. نتایج ارزیابی سناریوها نشان داد حفظ شرایط موجود منجر به تخریب کامل آبخوان آب زیرزمینی دشت ورامین تا سال ۱۴۲۰ می‌شود. زای و همکاران از پویایی سیستم برای مدیریت پایدار منابع آب سنگاپور استفاده نمود. نتایج نشان داد که ذخیره‌سازی منابع آب زیرزمینی و مدیریت حوضه آبریز به تنهایی منجر به پایداری منابع آب نمی‌شود (Xi et al.,2013). حسینی و باقری (۱۳۹۲) سیستم منابع آب دشت مشهد را با استفاده از روش پویایی سیستم مدل نمودند. نتایج نشان داد که تأثیر کاهش یا افزایش همه فاکتورها، برابر با مجموع اثر کاهش یا افزایش تک تک آنها بر پایداری منطقه نمی‌باشد. همچنین تغییر الگوی کشت به کشت پیشنهادی (کشت گندم با نیاز آبی ۳۰۰۰ مترمکعب در هر هکتار) به عنوان یک سیاست برتر می تواند گامی اثر بخش در جهت بهبود وضعیت منابع آب دشت مشهد بردارد.

نظری (۱۳۹۲) با استفاده از تکنیک پویایی سیستم مدل بهره‌وری اقتصادی و فیزیکی آب شبکه آبیاری قزوین را تدوین نمودند. نتایج این مطالعه نشان داد که کم‌آبیاری و تغییر سیستم آبیاری از سیستم سطحی به سیستم تحت فشار بهره‌وری آب فیزیکی را در سطح مزرعه و شبکه افزایش می‌دهد اما اثر این دو راهکار بر روی بهره‌وری آب اقتصادی بسته به نوع محصول و شرایط اقتصادی متفاوت خواهد بود. در سطح شبکه نیز الگوی کشت به عنوان یکی از عوامل مهم اثرگذار بر روی بهره‌وری آب مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی سناریوهای مختلف مشخص گردید که پتانسیل خوبی در ارتقای بهره‌وری آب فیزیکی و اقتصادی شبکه با اصلاح الگوی کشت وجود دارد (به ترتیب تا ۵۰ و ۲۷ درصد افزایش). همچنین نتایج نشان داد که الگوی کشت بر وضعیت آبخوان نیز اثر چشمگیری دارد و ضروری است راهکارهای نظارتی و آموزشی در خصوص اصلاح الگوی کشت در جهت ارتقای بهره‌وری آب و حفظ پایداری منابع آب مدنظر قرار گیرد. بررسی اثر توسعه سامانه‌های آبیاری تحت فشار در سطح شبکه در سناریوهای مختلف الگوی کشت نشان داد که در صورتی که توسعه آبیاری تحت فشار به عدم رعایت آیش منجر شود و با توسعه سطح کشت همراه باشد، اثرات زیان‌باری را بر روی منابع آب زیرزمینی خواهد داشت جیوردانو و همکاران (۲۰۱۲) سیستم مدل‌سازی پویا را برای تجزیه و تحلیل تعارضات موجود در مدیریت آب‌های زیرزمینی بکار گرفتند. نتایج نشان داد هر چند طراحی و پیاده‌سازی سیاست‌های حفاظت از آب‌های زیرزمینی بسیار با اهمیت هستند، اما در بسیاری از موارد تلاش برای حل مشکل مدیریت آب به علت عوارض پیش‌بینی نشده، آن را بدتر می‌کند (Giordano et al., 2012). آنچه از جمع بندی مطالعات پیشین بر می‌آید این است که روش پویایی سیستم‌ها، روشی مناسب برای مطالعه پیچیدگی‌های مدیریت منابع آب به ویژه مدیریت آب کشاورزی می‌باشد. با استفاده از این روش مطالعه ای به منظور علل خیز سطح ایستابی مزارع کشاورزی دشت عباس واقع در استان ایلام به منظور ارائه یک مدل حمایتی مدیریتی صورت گرفت.

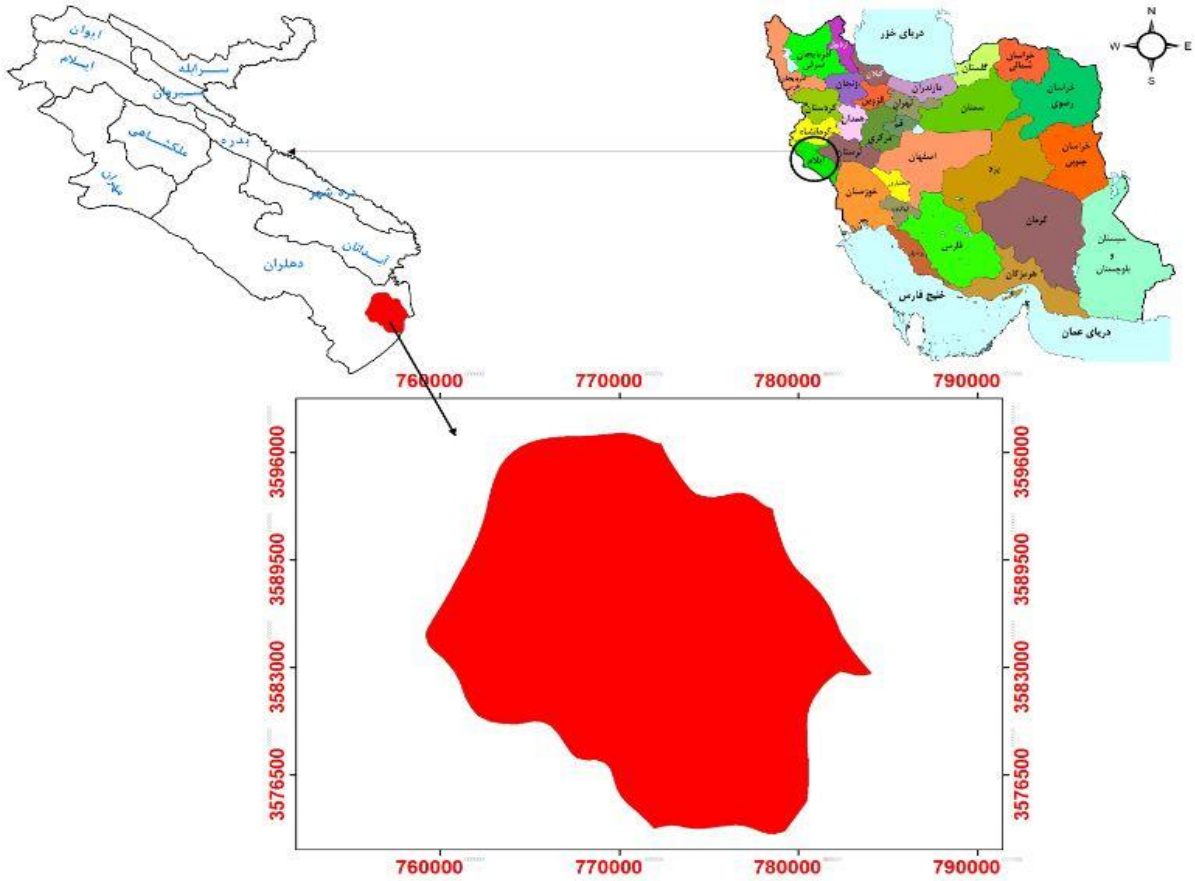
مواد و روش ها

منطقه مورد مطالعه

دشت عباس در قسمت جنوب غربی ایران بین عرض شمالی ´۱۵-°۳۲ تا ´۳۰-°۳۲ و طول شرقی ´۴۰-°۴۷ تا ´۱۰-°۴۸ قرار دارد. این دشت در حوزه آبریز رودخانه کرخه در استان ایلام واقع شده است. بلندترین نقطه در حوزه آبریز آن در نواحی شمالی ۳۵۰ متر و در نواحی جنوبی ۲۲۶ متر و میانگین ارتفاع دشت ۱۶۴ متر می‌باشد، حداقل ارتفاع در داخل دشت ۱۴۰ متر است. مساحت خالص محدوده طرح ۱۶۴۵۰ هکتار می‌باشد. منطقه مورد مطالعه در جنوب شرقی استان ایلام واقع شده است. اقلیم آن براساس طبقه‌بندی های مختلف اقلیمی جزو مناطق خشک و نیمه خشک بوده بطوریکه عمده نزولات جوی در فصل زمستان می‌بارد و در ماه های گرم تابستان میزان ریزش های جوی نزدیک به صفر می‌باشد. مشخصه چنین اقلیمی تابستان طولانی و گرم با زمستان کوتاه و ملایم است. دما نیز در اکثر اوقات بالا بوده و بندرت به زیر صفر درجه سانتی‌گراد می‌رسددر شکل ۱ موقعیت محدوده مطالعاتی دشت عباس یکی از مهمترین دشت‌های کشاورزی استان ایلام ارائه شده است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- موقعیت جغرافیایی محدوده مطالعاتی دشت عباس در استان ایلام(مطالعات مشاور مهاب قدس)

تدوین مدل مفهومی

چارچوب کلی مدل مفهومی و برخی از متغیرهای کلیدی مدل در شکل۱ ارائه شده است. مدل پویایی مدیریت منابع آب برای دشت عباس بصورت پنج زیرسیستم، تقاضای آب (کشاورزی، صنعت و شرب)، عرضه آب شامل کمیت (سد و چاه ها) و کیفیت آن، تنش‌های محیطی (تنش‌های شوری و کم‌آبی)، اقتصاد آب (هزینه‌های انرژی، هزینه‌های سرمایه‌گذاری، کف شکنی چاه‌ها، درآمد و. ..) و محیط‌زیست (بیلان آب و املاح در خاک و آب زیرزمینی) در نظر گرفته شد. طبق روش مرسوم در پویایی سیستم‌ها، متغیرهای اثر گذار به دو دسته متغیرهای درون‌زا شامل متغیرهایی که در درون مرز سیستم قرار می‌گیرند و هم بر سیستم اثر گذاشته و هم از آن اثر می‌پذیرند (مانند الگوی کشت، آب تخصیص یافته، راندمان‌ها و. ..)، و متغیرهای برون‌زا شامل متغیرهایی که در بیرون از مرز سیستم قرار می‌گیرند و بر سیستم اثر می‌گذارند اما از سیستم اثر نمی‌پذیرند (مانند قیمت محصول، هزینه‌های زراعی، اقلیم و. ..)، تقسیم شده‌اند.

شبیه‌سازی روابط بین متغییرها

در این قسمت مهمترین روابط مورد استفاده در مدل سازی، متغیرهای کلیدی و کمکی و همچنین خلاصه ساختار حالت و جریان مدل به تفکیک زیر مدل‌ها و زیربخش‌ها ارائه می‌شود.

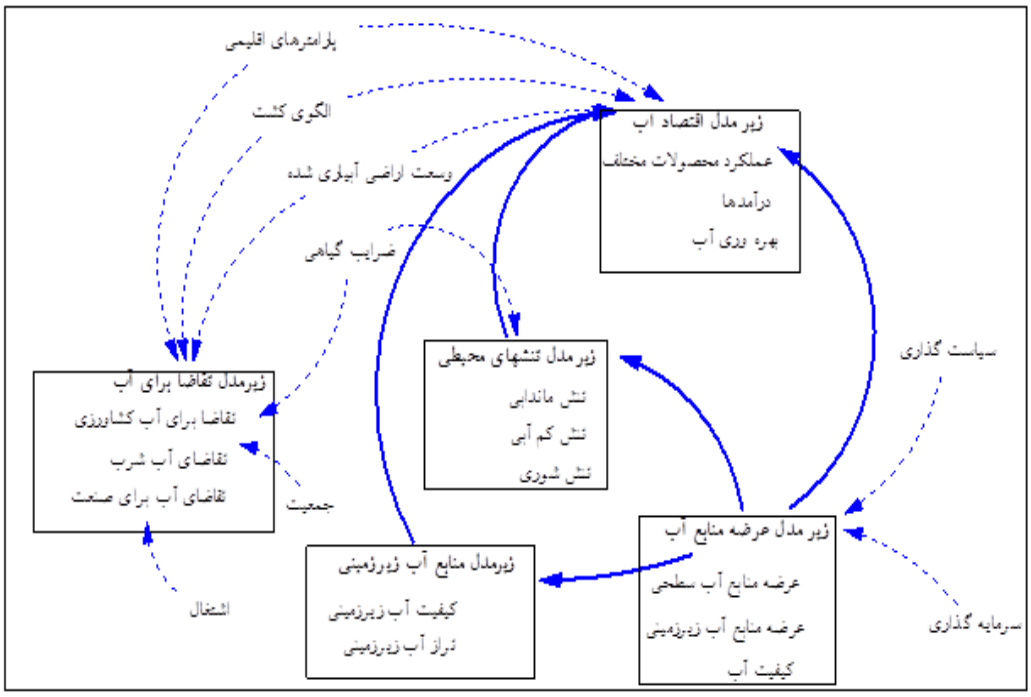
زیرمدل تقاضای آب

تقاضای آب در بخش کشاورزی

تقاضای آب در بخش کشاورزی با توجه به نیاز آبی خالص الگوی کشت، سناریوهای الگوی کشت، ضرایب تنش آبی (Ks)، بازده آبیاری (بازده کاربرد وابسته به نوع خاک و سیستم آبیاری، بازده انتقال و توزیع وابسته به نوع منبع آب) محاسبه شد. مهمترین متغیرهای زیرسیستم مزرعه عبارتند از تبخیر و تعرق پتانسیل گیاه، تبخیر و تعرق واقعی گیاه، بارندگی مؤثر، نیاز خالص آبیاری، ضریب کم آبیاری، راندمان آبیاری، عمق آبیاری کاربردی در هر دوره، کل آب آبیاری در طی فصل رشد، مقدار آب در دسترس خاک، ضریب تنش خشکی، تبخیر از سطح خاک و عملکرد محصول.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- مدل مفهومی مدیریت منابع آب زیرزمینی دشت عباس

محاسبه نیاز آبی خالص

تبخیر و تعرق پتانسیل گیاهان زراعی (ETcP)، تبخیر و تعرق واقعی گیاهان زراعی ETc و ضریب تنش خشکی Ks به ترتیب از روابط (۱ تا ۳) برآورد شدند. مقدار پارامتر Ks با توجه به نوع خاک، نوع گیاه، دور آبیاری و سیستم آبیاری با استفاده از بیلان آب در خاک محاسبه شد.

$$ET_{cp} = ET_o \times K_c \quad (۱)$$

$$ET_c = K_S \times ET_{cp} \quad (۲)$$

$$K_S = \begin{cases} 1, & Dr \le RAW \\ \dfrac{TAW - Dr}{TAW - RAW} = \dfrac{TAW - Dr}{TAW(1 - MAD)}, & RAW < Dr \le TAW \end{cases} \quad (۳)$$

که در آن مقدار Dr مقدار تخلیه رطوبتی منطقه توسعه ریشه و (MAD) تخلیه مجاز رطوبتی می‌باشد.

آب در دسترس در خاک

بر اساس بیلان آب در خاک و متغیرهایی نظیر کل آب قابل استفاده در خاک(TAW)، میزان تغذیه خاک (آبیاری و بارش مؤثر)، مقدار زهکشی، میزان تبخیر و تعرق گیاه و مقدار تبخیر از سطح خاک محاسبه گردید(رابطه۴).

$$\text{Soil AW}[\text{crop},\text{soil}] = \int_{t_0}^{t_n} (\text{Inflow rate}[\text{crop}] - \text{depletion}[\text{crop},\text{soil}])dt + \text{Soil AW}[\text{crop},\text{soil}](t_0) \quad (۴)$$

ورودی‌ها (Inflow) شامل بارندگی مؤثر، ضریب تنش آبی، آب آبیاری کاربردی و خروجی‌ها شامل تبخیر از سطح خاک و نفوذ عمقی می‌باشد. جهت برآورد تبخیر از سطح خاک از روش ارائه شده توسط فائو (۲۰۱۲) استفاده شده است. در این روش با توجه به موجودیت نسبی آب در خاک (Wrel) ضریب kr محاسبه می‌شود (رابطه ۵) و بر اساس این ضریب و تبخیر و تعرق پتانسیل، تبخیر سطح خاک (Es) بدست می آید (رابطه۶). در این روش به منظور لحاظ کردن کاهش هدایت هیدرولیکی به واسطه کاهش موجودیت آب در خاک، از یک رابطه نمایی بین ضریب Kr و موجودیت نسبی آب در لایه فوقانی خاک (Wrel) استفاده می‌گردد.

$$0 \le \text{Kr} = \frac{\exp^{f_k W_{rel}} - 1}{\exp^{f_k} - 1} \le 1 \quad (۵)$$

که مقدار ۴ برای ضریب fk توصیه شده است (Ritchie, 1972).

$$Es = Kr \times ETo \quad (۶)$$

نیاز آبی محصولات الگوی کشت (In) از طریق رابطه (۷) محاسبه شد:

$$In = ET_C - Pe \quad (۷)$$

که در آن Pe بارش مؤثر و با استفاده از معادله فائو محاسبه شد:

www.SID.ir

Archive of SID

$$Pe = 0.6 \times P - 10 \quad if\ P <= 70mm$$
$$Pe = 0.8 \times P - 240 \quad if\ P > 70mm \qquad (۸)$$

کـه در آن P بارنـدگی ده روزه ایسـتگاه دهلـران (mm) در نظـر گرفته شده است.

نیاز ناخالص آبیاری (Ig) از رابطه (۹) محاسبه شد:

$$Ig = \frac{In}{Ei} \times DI \qquad (۹)$$

که در آن Ei راندمان آبیاری و DI ضریب کم آبیاری می‌باشد.

راندمان آبیاری (Efficiency)

راندمان آبیاری شبکه آبیـاری دشـت عبـاس براسـاس مطالعـات مرحله دوم شـبکه آبیـاری و زهکشـی دشـت عبـاس (۴) ۵۰ درصـد (راندمان انتقال، توزیع و کاربرد به ترتیب ۹۰، ۸۵ و ۶۵ درصد) در نظر گرفته شد.

اثر تنش آبی بر عملکرد

تخمین عملکـرد در سـناریوهای مختلـف تـنش آبـی بـا فـرض یکنواخت بودن تنش در طول فصل از رابطه دورنباس و کسام (۱۹۷۹) استفاده شد (رابطه ۱۰).

$$\frac{Y_a}{Y_P} = 1 - K_Y\left(1 - \frac{\sum_{t=Planting date}^{t=harvest date} ET_{Ct}}{\sum_{t=Planting date}^{t=harvest date} ET_{Pt}}\right) \qquad (۱۰)$$

کــه در آن Ky، Planting date ، Harvest date، ET_{Ct}، ET_{Pt} ، Y_a و Y_P به ترتیب میانگین ضریب واکنش گیـاه بـه آب آبیاری، تاریخ کاشت، تاریخ برداشت، تبخیر و تعرق گیاه در دهه‌هـای مختلف و تبخیر، تعرق پتانسیل گیاه در دهـه‌هـای مختلـف، عملکـرد واقعی و عملکرد پتانسیل می‌باشد. میانگین ضریب واکنش گیاه به آب آبیاری با فرض یکنواخت بودن تنش در طول فصل (Ky) از نشریه ۳۳ فائو استخراج شد.

اثر تنش شوری بر عملکرد

اثر تنش شوری بر عملکرد محصول نیز از رابطه زیـر موسـوم بـه رابطه ماس و هافمن (۱۹۷۷) تعیین شد.

$$\frac{Y_a}{Y_P} = 1 - b(EC_e - EC^*) \qquad (۱۱)$$

که در آن ECe، EC* و b به ترتیب شوری عصاره اشباع خـاک، شوری عصاره اشباع آستانه کاهش عملکرد و شـیب کـاهش عملکـرد می‌باشد.

شوری عصاره اشباع با استفاده از اصل بقاء جرم در خاک محاسبه شد:

$$0.64 \times ECe = \int_{t_0}^{t_n} (\text{Salt add to Soil[crop pattern]} - \text{Salt leached from Soil[crop pattern]})\, dt + \text{initial Soil Salinity} \qquad (۱۲)$$

که در آن ECe بر حسب dS/m و Salinity بر حسب میلی‌گـرم بر لیتر می‌باشد.

اثر تنش همزمان آبی و شوری بر عملکرد

در مناطق خشک و نیمه خشک در اغلب موارد گیاهان بـه طـور همزمان تحت تأثیر تنش شوری و کم آبی قرار می‌گیرند. برای تعیـین اثر تنش شوری از رابطه ارائه شده در نشـریه ۲۹ آبیـاری و زهکشـی استفاده شد.

$$\frac{Y_a}{Y_P} = (1 - b(EC_e - EC^*)) \times \left(1 - K_Y\left(1 - \frac{\sum_{t=Planting date}^{t=harvest date} ET_{Ct}}{\sum_{t=Planting date}^{t=harvest date} ET_{Pt}}\right)\right) \qquad (۱۳)$$

زیر سیستم عرضه آب

عرضه آب از سد کرخه

تنها منبع تأمین آب سطحی شبکه آب تخصیصـی از سـد کرخـه می باشد. اطلاعات روزانـه عرضـه آب سـد کرخـه از سـال ۱۳۸۶ تـا ۱۳۹۴ از دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه‌ای ایلام دریافـت و بـه صورت ده روزه از طریق فایل Excel فراخوانی شد.

عرضه منابع آب زیرزمینی

عرضه منابع آب زیزمینی بر اساس سناریوهای مختلف و از طریق فایل Excel فراخوانی شد.

زیرسیستم مدل اقتصاد آب

زیرسیستم اقتصاد آب بصورت هزینـه‌هـای کاشـت محصـولات، هزینه‌های تامین آب (به تفکیـک نـوع منبـع سـطحی و زیرزمینـی)، هزینه سیستم‌های آبیاری و پمپاژ ثانویه و قیمـت محصـولات درنظـر گرفته شد.

زیرسیستم مدل زیست‌محیطی

زیرسیستم مدل زیست‌محیطی شامل سطح آب زیرزمینی، حجـم آب زیرزمینی، شوری آب زیرزمینی (EC)، شور شدن خـاک (ECe) و سطح آب زیرزمینی (GW Level) می باشد.

نتایج و بحث

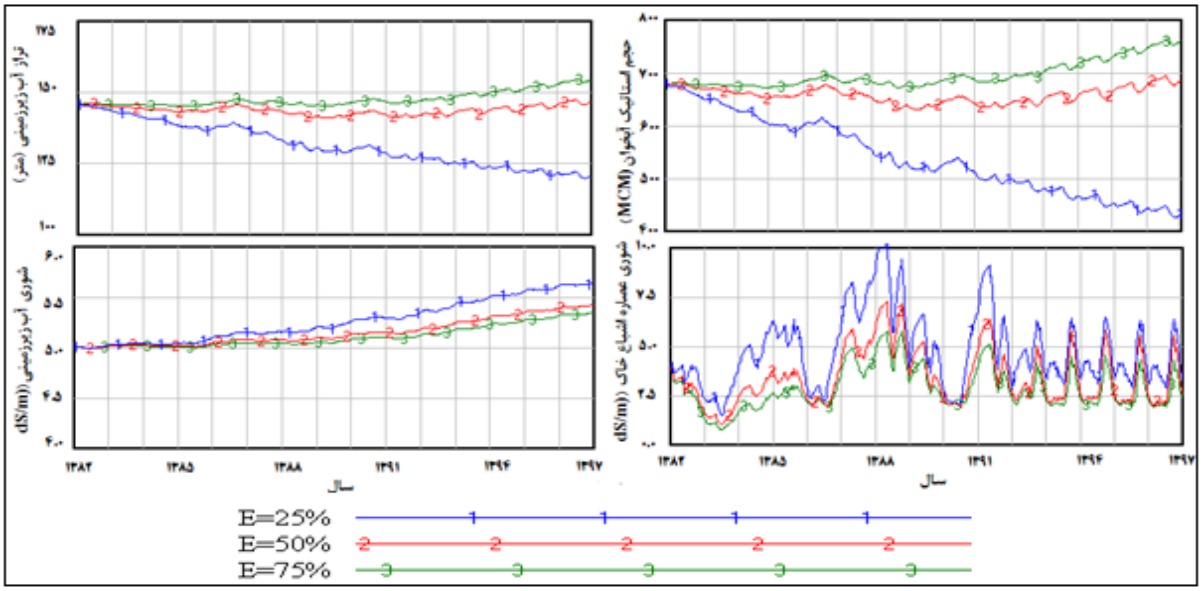
آنالیز حساسیت مدل

آنالیز حساسیت مدل‌های پویا با مدل‌های خطی متفاوت است. در

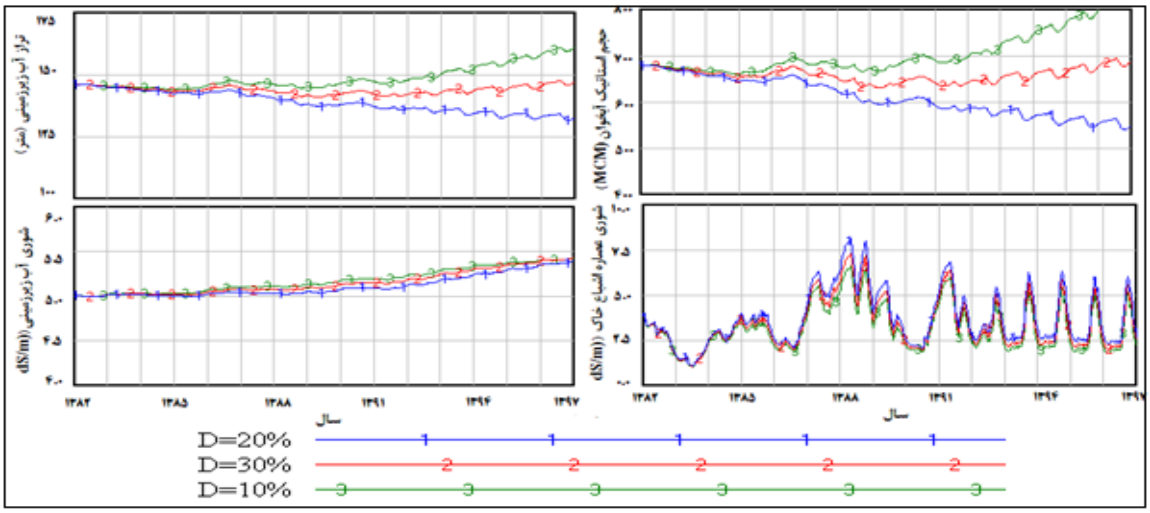
www.SID.ir

Archive of SID

مدل پویا کاربر قادر است تا آثار تغییر یک پارامتر ورودی را روی نتایج مدل به صورت گرافیکی بررسی کند. در شکل‌های ۲ تا ۵ حساسیت خروجی پارامترهای کلیدی مدل شامل تراز آب زیرزمینی، حجم استاتیک آبخوان، شوری آب زیرزمینی و شوری عصاره اشباع خاک به ترتیب نسبت به پارامترهای ورودی راندمان کاربرد، ضریب برگشت آب کشاورزی به آبخوان و ضریب تغییرات حجم مخزن به ازای افت یک متر سطح آب زیرزمینی ارائه شده است. نتایج نشان داد که بین همه پارامترهای ورودی حساسیت متغیرهای کلیدی به راندمان کاربرد بیشتر می‌باشد (شکل ۲). تغییر راندمان کاربرد باعث تغییر قابل ملاحظه همه متغیرهای کلیدی می‌شود. یکی دیگر از پارامترهای اثرگذار بر خروجی‌های مدل ضریب برگشت آب کشاورزی به آبخوان می‌باشد (شکل ۳). تفاوت این پارامتر با پارامتر قبلی این است که تلفات کاربرد شامل تلفات نفوذ عمقی، تبخیر و رواناب سطحی بوده و بخش اعظم آن به آبخوان بر نمی‌گردد. نتایج نشان می‌دهد که خروجی مدل به پارامتر ضریب برگشت آب کشاورزی به آبخوان به شدت حساس بوده و افزایش مقدارآن باعث افزایش حجم استاتیک آبخوان و افزایش کیفیت آب زیرزمینی به سبب رقیق شدن و همچنین کاهش شوری خاک به علت آبشویی می‌شود. از آنجا که اغلب محاسبات مدل ارائه شده بر اصل بقاء جرم مبتنی است بنابراین پارامتر تغییر حجم آبخوان نسبت به افت هر متر آب زیرزمینی فقط بر روی تراز آب زیرزمینی مؤثر می‌باشد(شکل ۴).



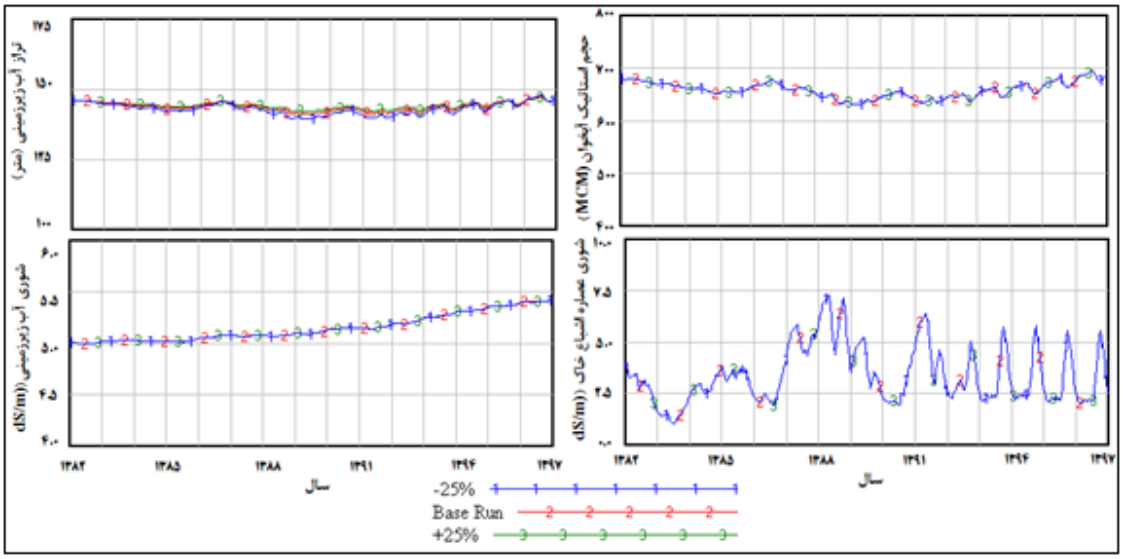
شکل ۲- حساسیت برخی از متغیرهای کلیدی مدل نسبت به راندمان کاربرد



شکل۳- حساسیت برخی از متغیرهای کلیدی مدل نسبت به ضریب برگشت آب کشاورزی به آبخوان (تلفات نفوذ عمقی)

www.SID.ir

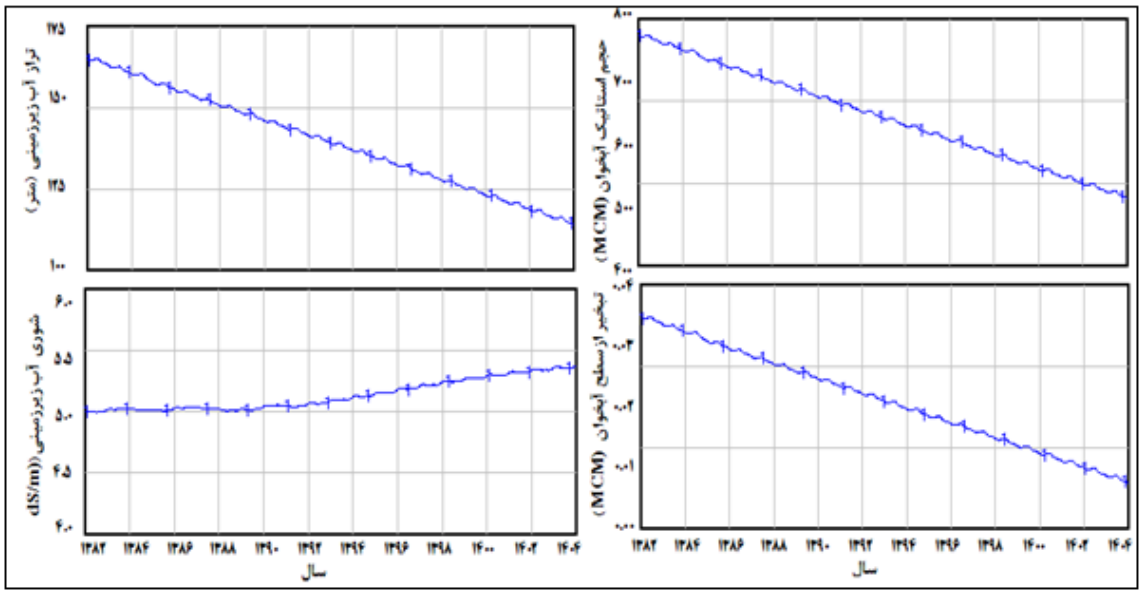
Archive of SID



شکل ٤- حساسیت برخی از متغیرهای کلیدی مدل نسبت به نرخ تغییر حجم آبخوان نسبت به افت یک متر سطح آب زیرزمینی

الف) بررسی تغییر متغیرهای کلیدی در شرایط عدم اجرای شبکه آبیاری

در شکل (۵) رفتار متغیرهای کلیدی شوری آب زیرزمینی، سطح آب زیرزمینی، حجم استاتیک آبخوان و تبخیر از سطح آبخوان در شرایط عدم توسعه شبکه دشت عباس (شرایط حدی) ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که در صورت عدم توسعه شبکه، حجم آبخوان و تراز آب زیرزمینی به علت برداشت بیش از حد مجاز کاهش می یابد. همچنین در اثر افت سطح آب زیرزمینی تبخیر از سطح آبخوان و کیفیت آب زیرزمینی با گذشت زمان کاهش می یابد. نتایج آزمون حدی نشان می دهد که در صورت عدم توسعه شبکه شرایط موجود (افت سطح آب زیرزمینی و کاهش کیفیت آب زیرزمینی) ادامه پیدا خواهد کرد که بیانگر صحت حدی مدل تدوین شده می باشد.



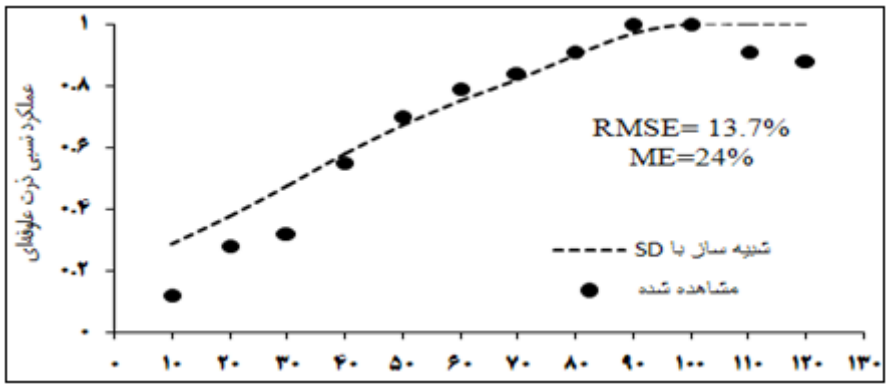
شکل ۵- رفتار متغیرهای کلیدی در شرایط حدی عدم توسعه شبکه

صحت‌سنجی مدل

به منظور صحت سنجی مدل آزمون های ارزیابی ساختار، صحت ابعادی، شرایط حدی و رفتار مدل انجام گرفت. در شکل ۶ عملکرد نسبی مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف آب مصرفی ارائه شده است

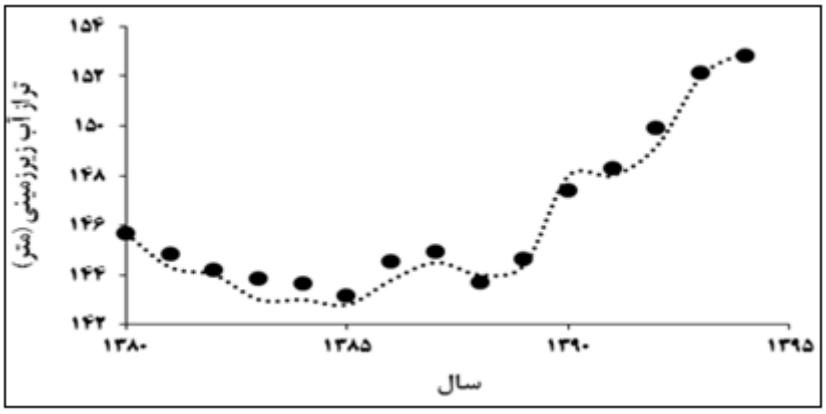
www.SID.ir

Archive of SID

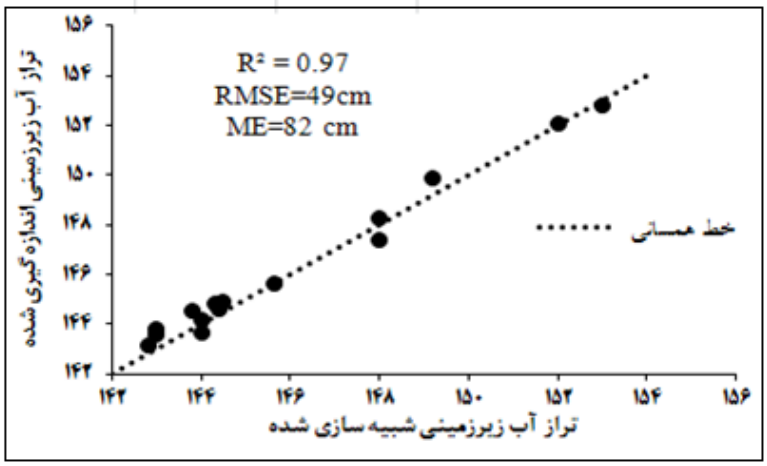


شکل ٦- مقایسه عملکرد نسبی مشاهده‌ای و شبیه‌سازی شده ذرت علوفه‌ای در سطوح مختلف آب مصرفی

در شکل ۷ تغییرات تراز آب زیرزمینی شبیه‌سازی و اندازه‌گیری شده طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۴ ارائه شده است. همچنین در شکل ۸ همسانی و همبستگی تراز آب شبیه‌سازی شده توسط مدل با داده‌های اندازه‌گیری شده به تصویر کشیده شده است. نتایج نشان دهنده توانایی مدل در برآورد سطح آب زیرزمینی (RMSE برابر ۴۹ سانتیمتر، R2 برابر ۰/۹۷ و ماکزیمم خطای ۸۲ سانتیمتر) می‌باشد. ماکزیمم خطای مدل در برآورد سطح آب زیرزمینی مربوط به سال ۱۳۸۶-۱۳۸۷ می‌باشد.



شکل ۷- مقایسه تراز آب زیرزمینی اندازه‌گیری و شبیه‌سازی شده طی سال‌های ٨٤-٨٥ تا ٩٤-٩٥



شکل ۸- تراز آب زیرزمینی شبیه‌سازی شده(متر) در مقابل تراز آب زیرزمینی اندازه‌گیری شده (متر)

www.SID.ir

Archive of SID

سناریوهای الگوی کشت

برای بررسی اثر الگوی کشت بر زه دار شدن اراضی چهار گزینه زیر مورد ارزیابی قرار گرفت.

گزینه یک: الگوی کشت مصوب. این الگوی کشت در مطالعات مرحله دو شبکه مصوب شده است که در سطر اول جدول ۱ نشان داده شده است. (CPS1)

گزینه دو: الگوی کشت بازنگری شده. به علت کاهش تخصیص عرضه آب از سد در فاز سه، الگوی کشت مورد بازنگری قرار گرفت که در سطر اول جدول ۲ نشان داده شده است. (CPS 2)

گزینه سوم: گزینه پرمصرف یک. در این گزینه به منظور کاهش سطح آب زیرزمینی و جلوگیری از زه دار شدن اراضی از الگوی کشت پر مصرف با تاکید بر افزایش سطح صیفی جات استفاده گردید که در سطر اول جدول ۳ نشان داده شده است.(CPS 3)

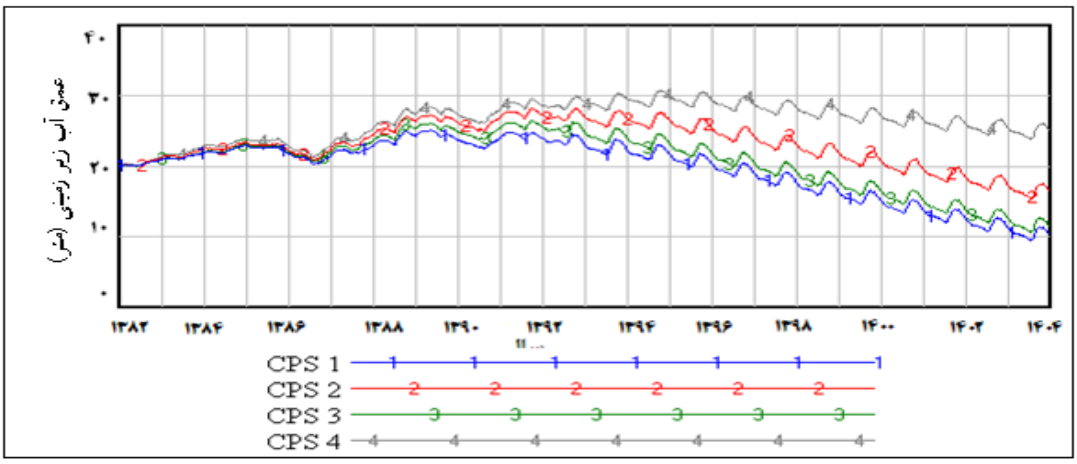
گزینه چهار: الگوی کشت پرمصرف دوم. در این گزینه به منظور کاهش سطح آب زیرزمینی و جلوگیری از زه دار شدن اراضی از الگوی کشت پر مصرف با تأکید بر افزایش سطح علوفه و چغندر استفاده گردید که در سطر اول جدول ۴ نشان داده شده است. (CPS 4)

در جدول ۱ سناریوهای الگوی کشت مختلف ارائه شده است. همانطوریکه از جدول مشخص است سطح زیر کشت به هکتار در محصولات کم مصرف و پر مصرف آورده شده است. با توجه به جمع نهایی کلیه سناریوها که تقریباً تغییر زیادی نکرده است از سطح زیر کشت محصلات کم مصرف مانند گندم، جو کلزا کاسته و به سطح زیر کشت محصلات پر مصرف در سناریوی ۴ که سناریو هدف است اضافه شده است.

جدول ۱- سناریوهای مختلف الگوی کشت

الگوی	گندم	جو	هندوانه	خیار	سبزیجات	چغندر	کلزا	باقلا	لوبیا	کنجد	گوجه	ذرت	یونجه	سایر	جمع
یک	۲۲	۱۲/۳	۱۳/۵	۴/۳	۳/۲	۱۷	۰	۷/۶	۶/۳	۰	۴/۳	۱۷/۱	۱۵/۸	۱۰/۳	۱۳۳
دو	۳۰	۱۰	۵	۵	۶	۱۶	۱۰	۵	۵	۵	۵	۲۰	۸	۰	۱۳۰
سه	۲۰	۱۰	۵	۵	۱۰	۱۷	۱۰	۵	۵	۵	۱۰	۲۰	۸	۰	۱۳۰
چهار	۲۰	۱۰	۵	۵	۶	۲۰	۵	۵	۵	۵	۵	۲۰	۲۰	۰	۱۳۱

در شکل ۹ اثر سناریوهای مختلف الگوی کشت بر سطح آب زیرزمینی ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که انتخاب الگوی کشت مناسب یکی از مهمترین عوامل دستیابی به پایداری منابع آب می‌باشد با توجه به این شکل سناریوی ۴ عمق آب زیر زمینی را پائیین تر از ۲۰متر برده و استفاده از سایر سناریوهای الگوی کشت این عمق را کمتر از ۲۰ متر تا سال ۱۴۰۴ نشان می د هد. از بین چهار سناریو الگوی کشت مورد ارزیابی، سناریوی الگوی کشت چهار بهترین الگوی کشت است زیرا سطح آب زیر زمینی را بالاتر از ۲۰ متر نگه داشته است. آبخوان دشت عباس می‌باشد. با استفاده از این گزینه می توان ضمن دستیابی به حداکثر سود ممکن از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی هم جلوگیری کرد.



شکل ۹- بررسی اثر سناریوهای الگوی کشت بر عمق آب زیرزمینی(متر)

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

الگوی کشت مصوب دشت شامل (گندم- جو- هندوانه - خیار- سبزیجات - چغندر- کلزا-باقلا- لوبیا- کنجد- گوجه- ذرت - یونجه) بوده که براساس نتایج حاصل از مدل برای الگوی کشت، توصیه می شود به منظور افزایش عمق آب زیرزمینی و جلوگیری از زهدار شدن اراضی، ازسناریوی چهارم ، الگوی کشت پر مصرف با تاکید بر افزایش سطح علوفه و چغندر استفاده شود. الگوی بالا بهترین الگوی کشت جهت نیل به پایداری منابع آب زیرزمینی آبخوان دشت عباس می‌باشدکه افزایش سطح ذرت و کنجد و کلزا را نسبت به طرح مصوب دارد. با استفاده از این گزینه می توان ضمن دستیابی به حداکثر سود ممکن از بالا آمدن سطح آب زیرزمینی هم جلوگیری کرد. نتایج این مطالعه با نتایج Sun and Krobel (۲۰۱۱) در بررسی اثر الگوی کشت بر افت سطح آب‌های زیرزمینی مشابهت دارد. در بحث حساسیت سنجی مشخص گردید که متغیرهای کلیدی مدل دشت عباس در درجه اول به تغییرات راندمان کاربرد و سپس به تلفات نفوذ عمقی(ضریب برگشت آب به آبخوان) حساس می باشند و افزایش مقدار نفوذ عمقی باعث افزایش حجم استاتیک آبخوان و افزایش کیفیت آب زیرزمینی به سبب رقیق شدن و همچنین کاهش شوری خاک به علت آبشویی می‌شود. از آنجا که اغلب محاسبات مدل ارائه شده بر اصل بقاء جرم مبتنی است بنابراین پارامتر تغییر حجم آبخوان نسبت به افت هر متر آب زیرزمینی فقط بر روی تراز آب زیرزمینی مؤثر می‌باشد چرا که اول حجم استاتیک آبخوان با استفاده از اصل بقاء جرم محاسبه شده و سپس سایر پارامترها از جمله تراز آب زیرزمینی با استفاده از تغییرات حجم آبخوان محاسبه می‌شوند.

منابع

نوذری،ح.، لیاقت، ع.، خیاط خلقی،م.، و صدیقی، ع. ۱۳۸۸. شبیه سازی سیستم های زهکش زیرزمینی در شرایط غیر ماندگار با استفاده از تکنیک تحلیل پویایی سیستم، مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی جلد ۱۰ / شماره ۲/.

حسینی، س.، ؛ باقری، ع. ۱۳۹۲. مدلسازی پویایی سیستم منابع آب دشت مشهد برای تحلیل استراتژی های توسعه ی پایدار، فصلنامه آب و فاضلاب، شماره ۴ ، ص ۲۸-۳۹

دفتر مطالعاتی پایه منابع آب شرکت آب منطقه ای ایلام ،گزارش توجیهی پیشنهاد رفع ممنوعیت توسعه بهره برداری مناطق شمالی آبخوان دشت عباس ،(سال های آبی ۱۳۶۴-۱۳۹۳-۱۳۶۵،۱۳۹۲)

نشریه فائو (شماره ۳۳)، محاسبه ضریب متوسط Ky با فرض یکنواخت بودن تنش در طول فصل

Doorenbos, J., & Kassam, A. H. 1979. Yield response to water. Irrigation and drainage paper, 33, 257.

Giordano, R., Brugnach, M., and Vurro, M. 2012. System Dynamic Modelling for conflicts analysis in groundwater management. International Congress on Environmental Modelling and Software Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig, Germany.

Henriksen, H.J., Rasmussen, P., Brandt, G., von Bu¨low, D., Jensen, F.V., 2007. Public participation modelling using Bayesian networks in management of groundwater contamination. Environmental Modelling and Software 22, 1101-1113

Khan, W., Rayirath, S., Subramanian, M.N., Jithesh, P. 2009. ,Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development , J. Plant Growth Regul., 28, pp. 386-399

Maas, E. V. and Hoffman, G. J. 1977. Crop salt tolerance-current assessment. J. Irrig. And Drainage Div., ASCE, 103 (IR2): 115-134.

Ritchie, J. T. 1972. Model for predicting evaporation from a row crop with incomplete cover. Water Resources Research, 8(5), 1204-1213.

Saysel, A. K., Barlas, Y. and Yenigun, O. 2002. Environmental sustainability in an agricultural development project: a system dynamics approach. Environmental Management. 64: 247-260.

Sun, Q., Krobel, R., Muller, T., Romheld, V., Cui, Z., Zhang, F., and Chen, X. 2011. Optimization of yield and water-use of different cropping systems for sustainable groundwater use in North China Plain. Agricultural water management, 98(5), 808-814

Susnik, J., Vamvakeridou-Lyroudia, L. S., Savić, D. A., and Kapelan, Z. 2012. Integrated System Dynamics Modelling for water scarcity assessment: Case study of the Kairouan region. Science of the Total Environment, 440: 290-306.

Xi, X., & Poh, K. L. 2013. Using System Dynamics for Sustainable Water Resources Management and drainage paper, No. 33, FAO, Rome, Pp: 1-57.

Giordano, R., Brugnach, M., and Vurro, M. 2012. System Dynamic Modelling for conflicts analysis in groundwater management. International Congress on Environmental Modelling and Software Managing Resources of a Limited Planet, Sixth Biennial Meeting, Leipzig, Germany.

www.SID.ir

Iranian Journal of Irrigation and Drainage
No. 4, Vol. 13, Oct.-Nov. 2019, p. 1102-1112

نشریه آبیاری و زهکشی ایران
شماره۴، جلد ۱۳، مهر - آبان ۱۳۹۸، ص. ۱۱۱۲-۱۱۰۲

Investigating the Effect of Crop Pattern on Prevention of Drainage of Dasht_e_Abbas Land Using Dynamic System Approach

A. Bafkar*[1], H.A. Alizadeh[2], J. Mozafari[3]
Recived: Oct.22, 2018 Accepted: Jan.07, 2019

Abstract

Selection of crop pattern is one of the most important factors in achieving water resources Sustainability. Due to the quantity and quality of soil and water, unsuitable and non-native plants may cause saltinification and elevation of groundwater level in the plant growth environment and degrade soil structure. And consequently reduce performance. Based on the dynamics of irrigation and drainage network in the Dasht-e-Abbas, located along the Karkheh Dam and Ilam province, in terms of quantity and quality of water in different scenarios of the crop pattern, using the system dynamics approach has been evaluated. Considering the information needed in this method, the boundaries of the system, the creation of a conceptual model, the determination of causative and causal relationships, the determination of the variables and verification based on observational information, structural testing, boundary test, and statistical parameters and the proposed cultivation pattern have been studied. The conceptual model was considered based on five sub-models of water demand, water supply, environmental stress, water economics and environmental issues. The results of this model show that in sensitivity analysis of input parameters, the coefficient of return of agricultural water to the aquifer has a great effect and its increase will increase the static volume of aquifer and increase the quality of groundwater due to dilution and also reduce the salinity of the soil due to Leaching. From other results of this study, using a crop pattern with an emphasis on increasing forage levels that prevents land drainage in the long time will improve soil construction.

Keywords: Vensim software, Conceptual model, Crop pattern, Forage corn, Dasht_e_Abbas

1 - Assistant Professor of Razi University, Kermanshah, Iran
2 - Assistant Professor at Ilam University
3 - Graduated from the Master of Irrigation and Drainage at Razi University, Kermanshah, Iran
(* - Corresponding Author Email: alibafkar@yahoo.com)

www.SID.ir