

برآورد کمی و پیش‌بینی کیفی پارامتر نترات موجود در رواناب حوضه آبریز کن تحت شرایط تغییر اقلیم

نیلوفر فلاح رستگار^{۱*} و محمدحسین نیک سخن^۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۶/۲۶

چکیده

با توجه به رشد سریع جمعیت، نیاز موجودات زنده به آب، کاهش روزافزون منابع آبی سالم و در دسترس و افزایش بیش از انتظار آلودگی آب‌ها ضروری است که برنامه‌ریزی و کنترل‌های کمی و کیفی منابع آبی با دقت بیشتری دنبال شود. در این مقاله حوضه آبریز کن واقع در شمال غربی تهران به عنوان منطقه مطالعاتی مورد بررسی قرار گرفته است. در این تحقیق ابتدا با استفاده از مدل هیدرولوژیکی SWAT به مدل‌سازی کمی و کیفی حوضه آبریز کن در سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۴۹ پرداخته شد و سپس با استفاده از نرم افزار LARS_WG نتایج خروجی‌های بارش و دمای مدل HADCM3 با سناریوی A1B در دوره ۱۳۹۰-۱۳۹۰ استخراج گردید. با رویکرد بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آبی در حوضه آبریز از داده‌های مذکور به عنوان داده‌های اقلیمی ورودی به مدل SWAT استفاده گردید و مدل‌سازی کمی و کیفی حوضه برای این دوره صورت گرفت که در آن پارامتر کیفی نترات مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از کاهش قابل توجه میزان دبی (کاهش ۱۱/۵ درصدی) و افزایش غلظت نترات (افزایش ۲۶ درصدی)، در سال‌های آتی بود که می‌تواند تأثیرات مخربی بر حوضه آبریز داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: بررسی کمی و کیفی، تغییر اقلیم، مدل SWAT، مدل LARS-WG

مقدمه

هیدرولوژیکی و آلودگی، مدل SWAT را به منظور شبیه‌سازی دراز مدت در حوضه‌های کشاورزی از مفیدترین مدل‌ها شناسائی نمودند (Borah and Bera., 2003). علاوه بر این، سهولت در تعدیل پارامترها و انجام چندین شبیه‌سازی در حداقل زمان از مزیت‌های این مدل است (Arnold and Foher., 2005). تاکنون مطالعات متعددی در زمینه مدل‌سازی کمی و کیفی منابع آب با استفاده از مدل SWAT صورت گرفته که در آن کارایی و کفایت این مدل برای مدل‌سازی حوضه‌های با مساحت کم تا مساحت‌های خیلی زیاد نشان داده شده است. شی و همکاران به بررسی کارایی مدل SWAT در تخمین دبی، بار کل نیتروژن و بار کل فسفر در حوضه آبریز رودخانه پنگسی^۴ پرداخته و با توجه به نتایج مدل‌سازی کفایت و کارایی مدل برای این حوضه آبریز و آلاینده‌های آن نشان دادند (Shi et al., 2017). مارکارویکز و همکاران به بررسی کارایی مدل SWAT جهت تخمین دبی، رسوب و بار کل فسفر در رودخانه چِنسی^۵ واقع در شمال غربی پنسیلوانیا^۶ پرداختند. نتایج شبیه‌سازی دبی و رسوب برای

حفاظت و استفاده بهینه از منابع آب از اصول توسعه پایدار هر کشور است. آب‌های سطحی جاری یا رودخانه‌ها از مهم‌ترین منابع آب هستند که نقش مهمی در تأمین آب مورد نیاز فعالیت‌های مختلف مانند کشاورزی، صنعت، شرب و تولید برق دارند. آلودگی آب در دهه‌های اخیر تهدیدی جدی برای انسان و اکوسیستم‌های طبیعی تلقی می‌شود به طوری که بررسی تغییرات کیفیت آب یکی از موضوعات مهم جهت استفاده بهینه از آن است. مسائل مدیریت کیفی منابع آب بدون در نظر گرفتن حوضه آبریز و شناسایی مواد آلاینده ورودی به آن امکان پذیر نیست. مدل شبیه‌سازی حوضه آبریز SWAT^۳ یکی از مدل‌های پرکاربرد در این زمینه است. این مدل به منظور پیش‌بینی جریان و بار مواد مغذی در حوضه‌های مختلف با مقیاس‌های متفاوت مورد استفاده قرار گرفته است. بورا و بارچ با مقایسه یازده مدل

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی محیط زیست منابع آب دانشگاه تهران

۲- دانشیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

(Email: niloofarfalah@ut.ac.ir

*) - نویسنده مسئول:

3- Soil and Water Assessment Tool

4- Pengxi River

5- Genesee River

6- Pennsylvania

اقلیم ایران به کمک مدل‌های گردش عمومی GCM^۵ و تحت سناریوهای A1B، B1 و A2 نمودند. نتایج آن‌ها نشان داد مقدار بارش در مناطق مرطوب کشور افزایش و در مناطق خشک آن، کاهش یافت. همچنین تجزیه و تحلیل شدت بارش روزانه نشان-دهنده سیل‌های متناوب با شدت بیشتر در مناطق مرطوب (شمالی و غربی) و خشکسالی طولانی‌تر در مناطق خشک خواهد شد که این موضوع به طور مستقیم به نحوه ی الگوی بارش در آینده وابسته است (Abbaspour et al., 2009). کوماتسو و همکاران به بررسی اثرات طولانی‌مدت تغییر اقلیم بر کیفیت آب رودخانه‌ها پرداختند. آن‌ها در این بررسی به ارزیابی اثرات درازمدت تغییر اقلیم بر کیفیت آب مخزن حوضه آبریز شیماجیگاوا^۶ واقع در ژاپن نمودند. آن‌ها با استفاده از داده‌های روزانه‌ی سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۹۱ اقدام به مدل-سازی اقلیم در دوره‌های ۲۱۰۰-۲۰۹۱ به کمک مدل‌های گردش عمومی GCM تحت سناریوی A2 نمودند. این نتایج پیش‌بینی می-کند که دمای سطح آب در سال ۲۰۹۱، به مقدار 3/4 درجه‌ی سانتی-گراد نسبت به سال ۱۹۹۱ (صد سال قبل) افزایش پیدا خواهد کرد که این سبب افزایش DO^۷ و به دنبال آن زیاد شدن غلظت فسفر، فیتوپلانکتون‌ها و جلبک‌ها و در نتیجه افت کیفیت آب خواهد شد (komatsu et al., 2007).

از مطالعات و تحقیقات صورت گرفته برمی‌آید سال‌های زیادی است که در بسیاری از کشورهای توسعه یافته از نگرش حوضه‌ای در راستای مطالعات کمی و کیفی منابع آب استفاده می‌شود که در ایران به تازگی مورد توجه قرار گرفته است و مطالعات کمتری به کمک آن صورت گرفته است. همچنین بیشتر مطالعات صورت گرفته چه در حال حاضر و چه با در نظر گرفتن اثرات تغییر اقلیم بر روی کمیت پیکره‌های آبی می‌باشد و بررسی کیفیت منابع آب سطحی به ندرت صورت گرفته است در صورتی که با توجه به قرارگیری ایران در مناطق گرم و خشک، پایین بودن میانگین بارش سالانه و افزایش دما در سال‌های آتی بررسی کیفیت آب‌های سطحی یکی از موارد مهم و اجتناب ناپذیر است که مبین ضرورت و اهمیت مطالعه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

محدوده مورد مطالعه

حوضه آبریز کن بزرگ‌ترین حوضه کوهستانی شمال تهران است که از سمت شمال غربی مشرف به دشت تهران است. این حوضه بین طول جغرافیایی ۱۰' ۵۱ تا ۲۲' ۵۱ شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶'

هر دو دوره واسنجی و صحت‌سنجی بسیار عالی و قابل قبول بود، آن‌ها نشان دادند که تغییر در کاربری اراضی و خاک می‌تواند سبب تغییراتی در دبی و رسوب شود اما تغییر در شیب زمین تأثیر بر دبی و رسوب ندارد (Markarewicz et al., 2015). در مطالعه دیگری بوش و همکاران به بررسی کارایی مدل SWAT جهت تخمین رسوب و بار مواد مغذی (فسفر کل، نیتروژن کل و نترات) در شش حوضه آبریز در دریاچه آری^۱ پرداختند. در این بررسی نشان داده شده است که عملکرد SWAT در حوزه‌های کشاورزی و جنگلی بهتر و دقیق‌تر از حوزه‌های شهری بود (Bosch et al., 2011). ژانگ و همکاران به بررسی عملکرد مدل SWAT برای تخمین بار آلودگی غیرنقطه‌ای در دریاچه تایهو^۲ واقع در کشور چین پرداختند نتایج نشان داد مدل توسعه یافته دقت بالایی در تخمین دبی و بار مواد مغذی به خصوص نیتروژن آمونیاکی و فسفر کل در این حوضه آبریز داشت و نزدیکی نتایج حاصل از مدل و نتایج اندازه‌گیری شده نشان‌دهنده مناسب بودن مدل SWAT برای این حوضه آبریز و منابع آلاینده‌ی آن بود (Zhang et al., 2010).

تغییر اقلیم بر کیفیت و کمیت منابع آب شیرین قابل استفاده برای نیازهای آشامیدنی، بهداشتی، کشاورزی و صنعتی تأثیر گذار است. به طور کلی اثرات پدیده تغییر اقلیم بر منابع آب را می‌توان در کاهش ذخایر برف، تغییر در مدت، شدت، زمان و توزیع بارش، تغییر در پوشش گیاهی، افزایش سطح آب اقیانوس‌ها، افزایش دمای آب و تغییر در تقاضای آب کشاورزی و شهری مشاهده کرد. تغییرات درجه حرارت هوا و بارش باران می‌تواند جریان رودخانه، غلظت و انتقال آلودگی را تحت تأثیر قرار دهد. افزایش درجه حرارت آب بر روی سینتیک واکنش شیمیایی اثر گذاشته و باعث تغییراتی در کیفیت وضعیت اکولوژیکی آب شیرین خواهد شد. سانیخانی و همکاران به بررسی اثرات تغییر اقلیم بر رواناب رودخانه ارومیه واقع در ایران در دو حوضه آجی‌چای^۳ و مه‌بادچای^۴ پرداختند. آن‌ها پس از تأیید کفایت مدل LARS-WG به ریزمقیاس نمایی آماری داده‌ها پرداخته و با استفاده از سناریوهای A1B، B1 و A2 کاهش دما و افزایش بارش را در سال‌های آتی پیش‌بینی کردند و در نهایت با استفاده از مدل GEP به مدل‌سازی رواناب در سال‌های ۱۳۹۸، ۱۴۳۳ و ۱۴۶۸ پرداختند. نتایج نشان‌دهنده کاهش ۵۰ و ۵۵/۹ درصدی دبی پیک در ایستگاه‌های آجی‌چای و مه‌بادچای در سال ۱۴۶۸ باشد (Sanikhani et al., 2017). عباسپور و همکاران به ارزیابی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آب کشور ایران پرداختند و اقدام به مدل‌سازی

- 1- Lake Erie
- 2- Lake Taihue
- 3- Aji-chay Bain
- 4- Mahabad-chay Basin

- 5- General Circulation Model
- 6- Shimajigawa
- 7- Dissolved Oxygen

A1F1: تأکید روی سوخت‌های فسیلی

A1B: تأکید متوازن بر همه منابع انرژی

A1T: تأکید روی منابع انرژی غیرفسیلی

A2: بر هویت‌های منطقه‌ای و حفظ آن‌ها متکی است که منجر به افزایش جمعیت می‌گردد. به‌علاوه رشد اقتصادی و تکنولوژی کندتر است.

B1: شبیه به سناریو A1 در مورد جمعیت است، اما تأکید آن بر استفاده از انرژی‌های پاک، پایداری محیط زیست و اقتصاد در سطح جهانی می‌باشد.

B2: تأکید بر راه‌حل‌های منطقه‌ای در زمینه پایداری زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی دارد. همچنین رشد سرعت فناوری کندتر در نظر گرفته می‌شود.

در شکل ۲ فلوجارت مربوط به مراحل انجام تحقیق آورده شده است.

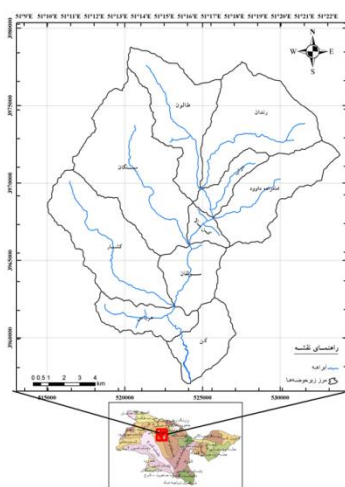
مراحل انجام پژوهش

بررسی کفایت مدل SWAT در منطقه مورد مطالعه

به‌منظور مدل‌سازی در محیط SWAT در گام نخست برای شناسایی خصوصیات مورفولوژی حوضه نقشه DEM یا همان مدل رقومی حوضه با دقت سلولی ۱۰ متر به مدل معرفی گردید تا مرزهای حوضه آبریز و زیرحوضه‌ها و آبراهه‌های حوضه آبریز ترسیم شوند که به این منظور در مرحله ترسیم اجزای حوضه آبریز حد آستانه مساحت زیر حوضه‌ها، عدد پیشنهادی مدل یعنی 399/98 هکتار در نظر گرفته شد سپس محل قرارگیری تمامی منابع بار نقطه‌ای و نقاط برداشت و نقطه خروجی حوضه آبریز به مدل معرفی شد و محاسبات مربوط به پارامترها صورت گرفت. با توجه به اینکه در شبیه‌سازی مدل SWAT پارامترهای متعددی مورد استفاده قرار خواهد گرفت، به منظور شناسایی پارامترهای با حساسیت بیش‌تر، آنالیز حساسیت صورت پذیرفت تا از بین پارامترهای اولیه که به نرم افزار SWAT-CUP معرفی شده بود حساس‌ترین آن‌ها شناسایی گردد که در جدول ۱ این پارامترها به همراه دامنه مورد استفاده تغییرات آن‌ها آمده است. در این تحقیق از بین الگوریتم‌های موجود از الگوریتم SUFI2 به‌منظور حساسیت‌سنجی، واسنجی و صحت‌سنجی مدل استفاده گردید که نتایج آن در هر دوره در جدول ۲ نمایش داده شده است.

قابل ذکر است که در این مدل‌سازی برای واسنجی رواناب، الگوریتم SUFI2 در ۷ تکرار با تعداد ۱۰۰۰ شبیه‌سازی در هر تکرار اجرا گردید و همچنین برای واسنجی نیتراژ، الگوریتم SUFI2 در ۳ تکرار با تعداد ۱۰۰۰ شبیه‌سازی در هر تکرار اجرا گردید.

۳۵° تا ۵۷' شمالی قرار گرفته است این حوضه شامل ۸ روستای زندان، طالون، سنگان، امام زاده داوود، سولقان، کیگه، کشار علیا و کشار سفلی است. مهم‌ترین جریان آبی این حوضه آبریز، رودخانه کن می‌باشد که از سرشاخه‌های پر آب ارتفاعات شمال غرب تهران سرچشمه می‌گیرد که از آورد مناسبی برخوردار است. آورد سالانه این رودخانه به طور متوسط حدود ۸۵ میلیون مترمکعب است (دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب). منابع آلاینده حوضه به دو دسته نقطه‌ای و غیر نقطه‌ای تقسیم شده که آلاینده‌های نقطه‌ای شامل فاضلاب روستایی بوده و آلاینده‌های غیر نقطه‌ای پساب‌های زمین‌های کشاورزی و مراتع بود. در شکل ۱ حوضه آبریز کن به تفکیک روستاهای آن آورده شده است.

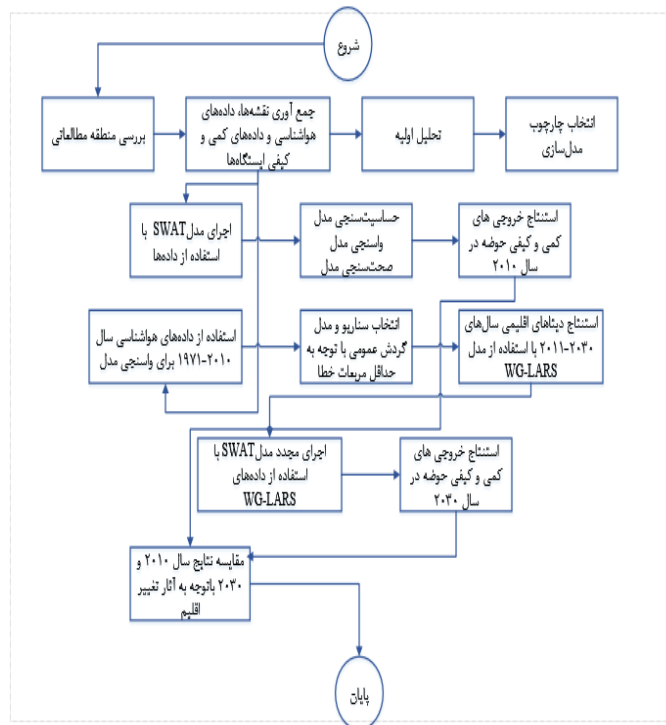


شکل ۱- موقعیت حوضه آبریز کن در استان تهران

روش‌شناسی تحقیق

برای مدل‌سازی کمی و کیفی حوضه از مدل SWAT استفاده شد و با استفاده از داده‌های ایستگاه سینوپتیک سولقان و مدل ریزمقیاس نمایی LARS-WG، مدل گردش عمومی HADCM3 و سناریوی A1B داده‌های سال‌های ۱۳۹۰-۱۴۱۰ پیش‌بینی شده است و پس از آن به مدل‌سازی حوضه برای شرایط آبی (سال‌های ۱۳۹۰-۱۴۱۰) پرداخته شده است و در نهایت نتایج سال ۱۳۸۹ (در دوره پایه) و ۱۴۱۰ (در دوره آبی) آورده خواهد شد. سناریوهای اقلیمی به ۴ دسته تقسیم‌بندی شد که به شرح زیر است:

A1: افزایش در جمعیت و توسعه و رشد اقتصادی که در نیمه قرن ۲۱ به اوج خود می‌رسد و سپس سیر نزولی دارد که همراه با فناوری‌های نو و کارآمد است را تشریح می‌نماید که بر اساس پررنگ بودن جنبه تکنولوژی دارای سه زیرمجموعه به شرح زیر است:



شکل ۲- نمودار روش شناسی تحقیق

جدول ۱- پارامترهای استفاده شده به منظور واسنجی و صحت سنجی مدل SWAT

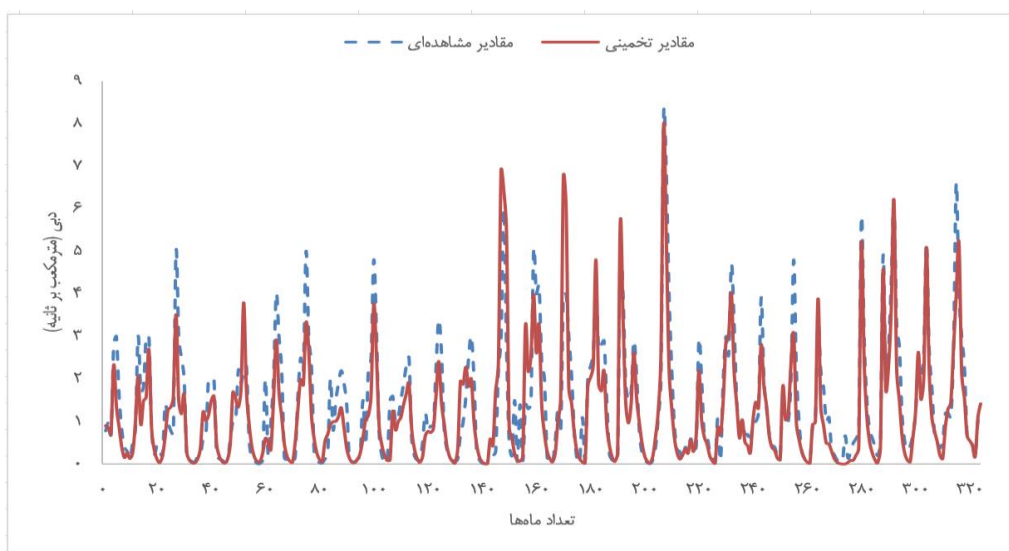
نام پارامتر	علامت اختصاری	متد	حداقل	حداکثر
شماره منحنی در روش SCS	CN2.mgt	R	1	1/35
فاکتور اقدامات حفاظت	U_SLE_P.mgt	V	0/42	0/76
ظرفیت آب در دسترس لایه خاک	SOL-AWC.sol	R	0/1	0/5
فاکتور جبران جذب آب توسط گیاه	ESCO.hru	V	0/7	0/99
عمق آستانه آب در آبخوان کم عمق برای وقوع جریان بازگشتی	GWQMN.gw	V	1100	1600
ضریب تبخیر آب های زیرزمینی	GW-REVAP.gw	V	0/04	0/2
فاکتور آلفا جریان پایه بازگشتی	ALPHA-BF.gw	V	0/05	0/25
زمان تاخیر انتقال آب از آخرین پروفیل لایه خاک به سطح آب زیرزمینی	GW-DELAY.gw	V	150	250
هدایت هیدرولیکی موثر در کانال اصلی	CH-K2.rte	V	440	500
هدایت هیدرولیکی لایه های اشباع خاک	SOL-K.sol	R	0/22	0/5
متوسط دمای بارش برف	SFTMP.bsn	V	-4/5	0
دمای ذوب توده برف	SMTMP.bsn	V	7	12
فاکتور ذوب برف در اوایل تیر یا ۲۱ ژوئن	SMFMX.bsn	V	7	14
فاکتور ذوب برف در اوایل دی یا ۲۱ دسامبر	SMFMN.bsn	V	2/5	6
غلظت اولیه نیترات در آبخوان سطحی کم عمق (mg N/L)	SHALLST_N.gw	V	0	50
غلظت نیتروژن در باران (mg N/L)	RCN.bsn	V	0	4
پارامتر توزیع نیتروژن	UBN.bsn	V	0	10
ضریب نفوذ نیتروژن	NPERCO.bsn	V	0	0/3

جدول ۲- نتایج واسنجی و صحت‌سنجی مدل SWAT توسط نرم افزار SWAT-CUP

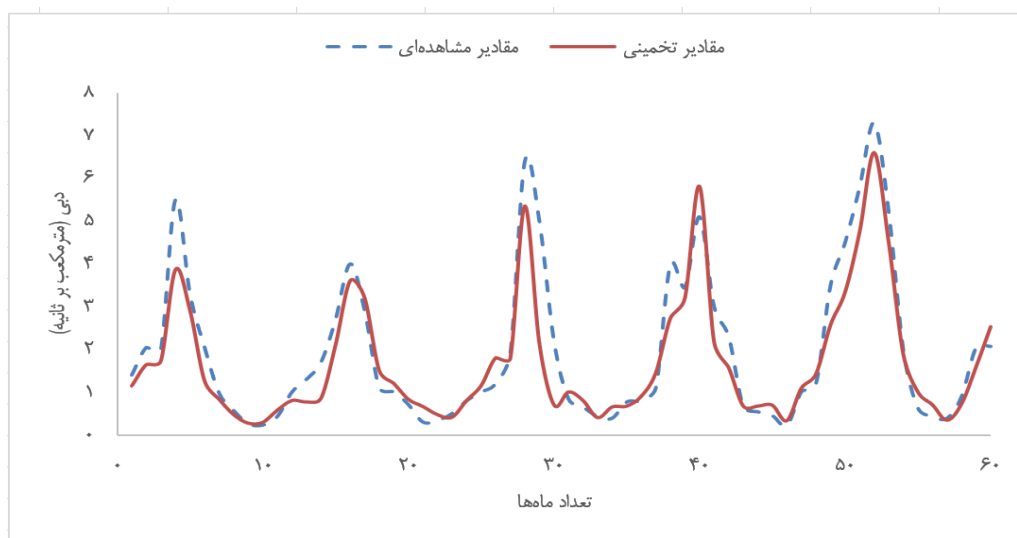
متغیر خروجی	نوع عملیات	دوره آماری	p-factor	r-factor	R ²	E _{NS}
رواناب سولقان	واسنجی	1354-1384	0/66	0/83	0/76	0/75
رواناب رندان	واسنجی	1377-1384	0/87	1/13	0/82	0/77
رواناب سولقان	صحت‌سنجی	1384-1389	0/61	0/87	0/7	0/68
رواناب رندان	صحت‌سنجی	1384-1389	0/8	1/02	0/72	0/74
نیترات سولقان	واسنجی	1387-1389	0/56	0/81	0/68	0/6
نیترات سولقان	صحت‌سنجی	1388-1389	0/54	0/78	0/64	0/62

بود. در شکل‌های ۳ و ۴ به مقایسه مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی مدل SWAT برای رواناب سولقان در دوره واسنجی و صحت‌سنجی پرداخته شده است.

با توجه به اینکه تابع هدف R^2 و E_{NS} در تمامی موارد در بازه معناداری قرار گرفته است نتایج حاصل گویای کفایت مدل و مناسب بودن آن برای پیش‌بینی رخدادهای آینده در حوضه آبریز کن خواهد



شکل ۳- هیدروگراف رواناب سولقان با مقایسه مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی مدل SWAT در دوره واسنجی



شکل ۴- هیدروگراف رواناب سولقان با مقایسه مقادیر مشاهده‌ای و تخمینی مدل SWAT در صحت‌سنجی

بررسی کفایت مدل اقلیمی LARS-WG در منطقه مورد مطالعه

با استفاده از آزمون ks (کلموگروف و اسمیرنوف)^۱ به منظور بررسی میانگین داده‌های بارش روزانه مشاهداتی و تولیدی نرم افزار مقادیر p-value بارش‌های ماهانه بررسی شد و مقادیر بالای ۵ درصد بیانگر ارتباط معنی‌دار بین داده‌های مشاهداتی و تولیدی و کفایت مدل بود.

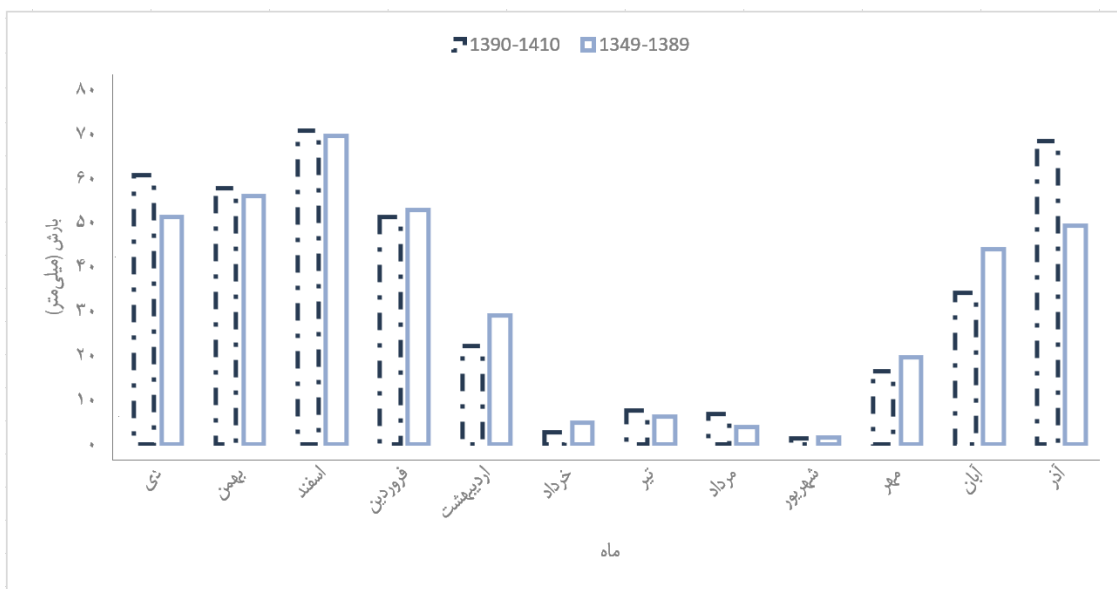
نتایج و بحث

ابتدا مدل‌سازی حوضه آبریز در سال‌های ۱۹۷۱-۲۰۱۰ توسط مدل SWAT انجام شد. سپس مدل به کمک نرم‌افزار SWAT-CUP و الگوریتم SUFI2 مورد واسنجی و صحت‌سنجی قرار گرفت و نتایج دبی و نیترات خروجی از مدل استنتاج شد. کفایت مدل لارس برای مدل‌سازی شرایط اقلیمی ایستگاه سولقان مورد بررسی قرار گرفت و مقادیر P-value و ks برای بارش، دمای حداقل و دمای حداکثر در دامنه‌ی معناداری قرار داشت و کفایت مدل مورد تایید قرار گرفت که بیانگر توانایی مدل در تولید داده‌های سال‌های آتی خواهد بود که در شکل‌های ۵، ۶ و ۷ نتایج به صورت مقایسه بین سال‌های اخیر و آینده آورده شده است.

به منظور استفاده از مدل اقلیمی لارس (Lars-wg) ابتدا باید کفایت مدل در منطقه مورد مطالعه در ریزمقیاس نمایی آماری داده‌های ایستگاهی بررسی شود، بدین منظور داده‌های دوره مشاهداتی به نرم افزار داده شد و مدل در حالت پایه (۱۳۴۹-۱۳۸۹) داده‌ها را بازتولید کرد که پس از بازتولید داده‌ها، به تحلیل آن پرداخته شد. در جدول ۳ آماره‌های ks و P-value مربوط به بارش ماهانه در دوره پایه آورده شده است.

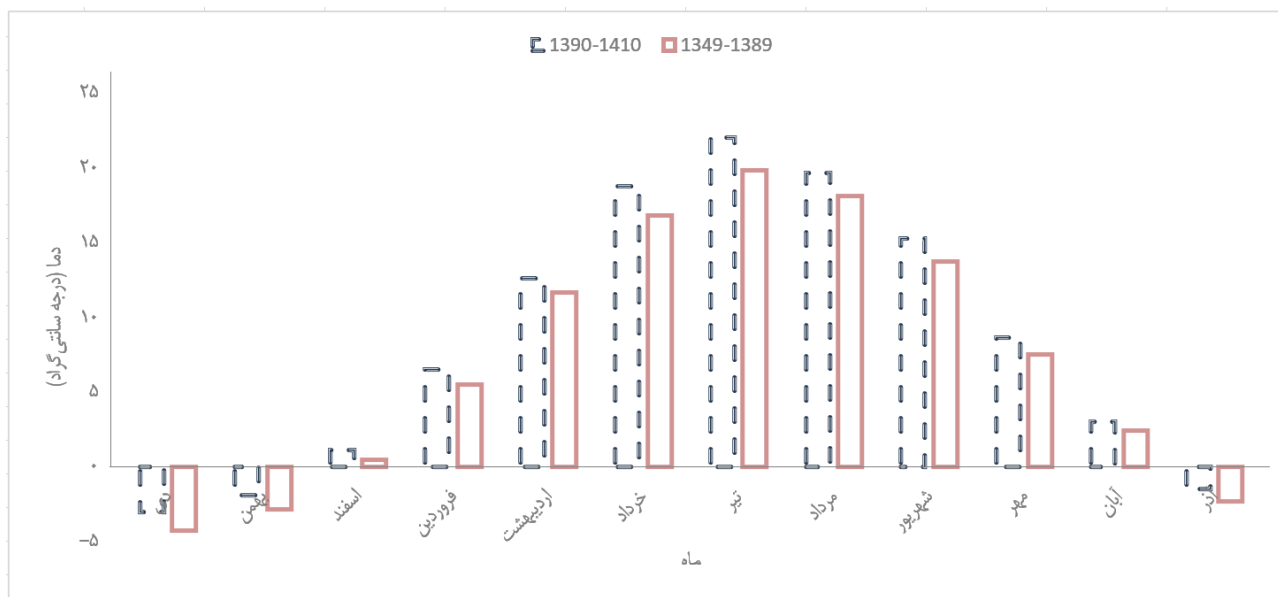
جدول ۳- کفایت مدل لارس در دوره پایه

ماه	Ks statistic	p-value
دی	0/058	0/9975
بهمن	0/064	1
اسفند	0/090	0/9999
فروردین	0/096	1
اردیبهشت	0/055	0/9983
خرداد	0/147	0/8563
تیر	0/151	0/9370
مرداد	0/219	0/5836
شهریور	0/217	0/5954
مهر	0/083	1
آبان	0/129	0/9850
آذر	0/080	1

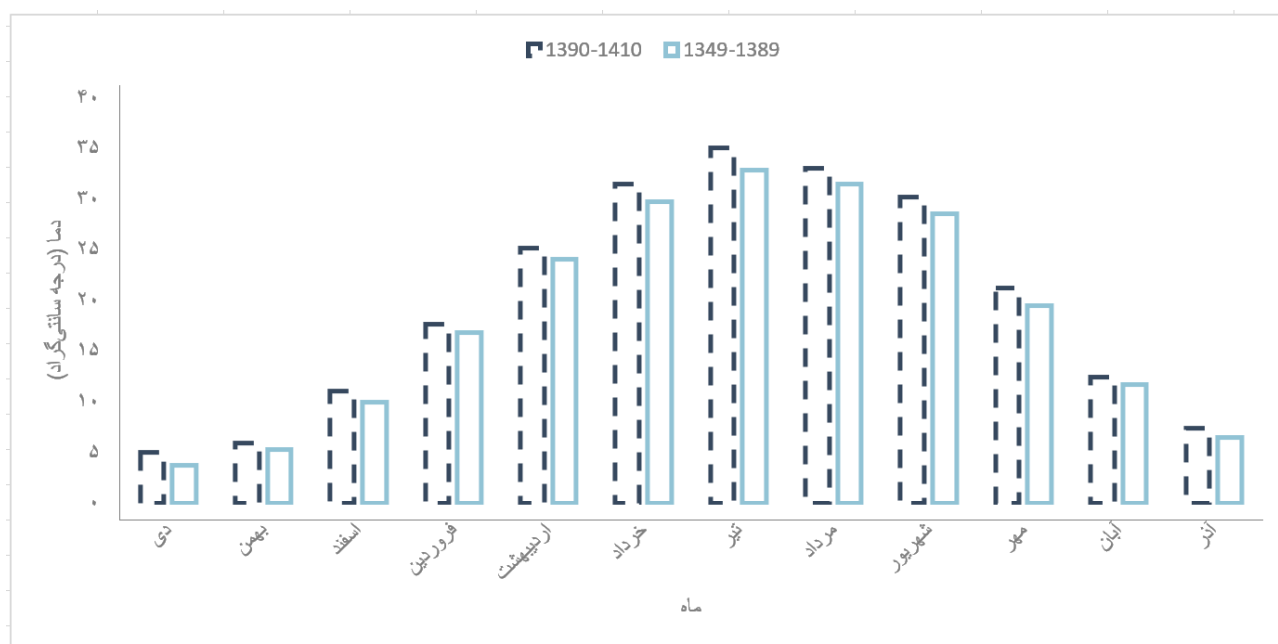


شکل ۵- متوسط بارش ماهانه در دوره‌ی پایه و آتی

1- Kolmogorov-Smirnov test



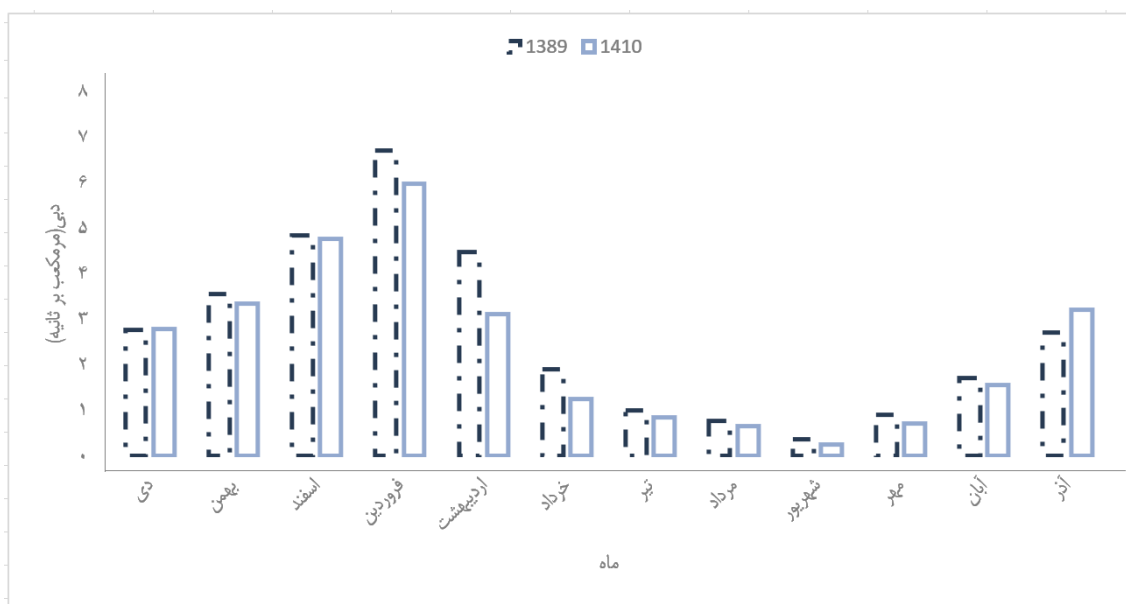
شکل ۶- میانگین حداقل دمای ماهانه در دوره ی پایه و آتی



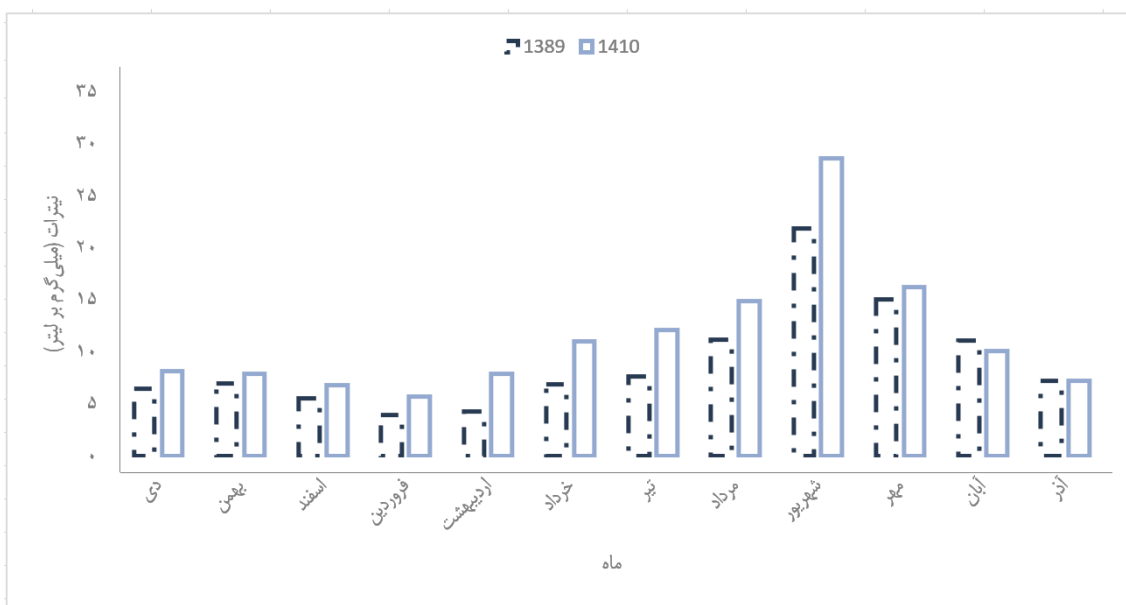
شکل ۷- میانگین حداکثر دمای ماهانه در دوره ی پایه و آتی

با استفاده از نتایج داده‌های روزانه دما و بارش از مدل LARS-WG و ورود داده‌ها به مدل SWAT، مدل‌سازی کمی و کیفی برای سال‌های 1390-1410 صورت گرفت و نتایج با استفاده از دبی و نیترات برای سال‌های 1390 و 1410 با رویکرد بررسی اثرات تغییر اقلیم بر منابع آبی در حوضه‌ی آبریز مورد مقایسه قرار گرفت که این نتایج در شکل‌های ۸ و ۹ آمده است.

نتایج مدل نشانگر افزایش بارش در فصل پاییز، زمستان و تابستان و کاهش مقدار آن در فصل بهار بود که نشان‌دهنده تغییراتی در الگوی بارش است. به طور کلی میانگین بارش در طول دوره ۲۰ ساله‌ی آتی به میزان ۳ درصد افزایش یافته است. همچنین نتایج حاصل از دما در دوره آتی مبین آن است که متوسط دمای حداقل و حداکثر، حدود 1/2 درجه سانتی‌گراد افزایش یافته است به طوری که میانگین دمای حداکثر بیش از دمای حداقل افزایش خواهد یافت.



شکل ۸- مقایسه میانگین ماهانه دبی در خروجی حوضه آبریز



شکل ۹- مقایسه میانگین ماهانه نیترات در خروجی حوضه آبریز

نتیجه گیری

آلاینده نیترات در خروجی حوضه آبریز ۲۶ درصد افزایش خواهد یافت. به طور کلی این روند منجر به کاهش منابع آبی شده و بیانگر خطری جدی برای کیفیت آب حوضه آبریز در سال‌های آتی است که نیاز به استفاده از راهکارهای مدیریت کیفی آب در سیستم حوضه‌ای را افزایش خواهد داد

با توجه به افزایش دما و به دنبال آن افزایش تبخیر آب‌های سطحی، مقدار رواناب در سال‌های آتی نسبت به دوره پایه کاهش یافت و در پی آن غلظت آلاینده نیز افزایش پیدا کرد. با بررسی مقادیر میانگین ماهانه در خروجی حوضه آبریز کن مقدار متوسط سالانه دبی در سال ۱۴۱۰ نسبت به سال ۱۳۸۹ دارای کاهش ۱۱/۵ درصدی خواهد بود. همچنین مقدار غلظت متوسط

- Komatsu, E., Fukushima, T., & Harasawa, H. 2007. A modeling approach to forecast the effect of long-term climate change on lake water quality. *Ecological Modelling*, 209(2), 351-366.
- Makarewicz, J.C., Lewis, T.W., Rea, E., Winslow M. J., Pettenski, D. 2015. Using SWAT to determine reference nutrient conditions for small and large streams. *Journal of Great Lakes Research*. 41.1: 123-135.
- Sanikhani, H., Kisi, O., Amirataee, B. 2017. Impact of climate change on runoff in Lake Urmia basin, Iran. *Theoretical and Applied Climatology*. 35.13:101-112
- Shi, Y., Xu, G., Wang, Y., Engel, B. A., Peng, H., Zhang, W., Dai, M. 2017. Modelling hydrology and water quality processes in the Pengxi River basin of the Three Gorges Reservoir using the soil and water assessment tool. *Agricultural Water Management*. 182: 24-38.
- Abbaspour, K.C., Faramarzi, M., Ghasemi, S.S., Yang, H. 2009. Assessing the impact of climate change on water resources in Iran. *Water resources research*. 45.10: 520-530
- Arnold, J.G., Fohrer, N. 2005. SWAT2000: current capabilities and research opportunities in applied watershed modelling. *Hydrological processes*. 19.3:563-572
- Bosch, N.S., Allan, J.D., Dolan, D.M., Han, H., Richards, R.P. 2011. Application of the Soil and Water Assessment Tool for six watersheds of Lake Erie: Model parameterization and calibration. *Journal of Great Lakes Research*. 37.2: 263-271.
- Borah, D.K., Bera, M. 2003. SWAT model background and application reviews. In 2003 ASAE Annual Meeting (p. 1). American Society of Agricultural and Biological Engineers.

Quantitative Estimation and Qualitative Prediction of Nitrate Parameter of Runoff under Climate Change Situation

N. Falah Rastegar¹ - M.H. niksokhan²

Received: Jul.25, 2017

Accepted: Sept.17, 2017

Abstract

Given the rapid growth of the population, The living organism's need to water, significant decrement in safe and available drinking water resources and an unexpected increase in water pollution, it is essential thah water resources 'quality planning and quantitative controlling' to be more closely monitored. In this thesis, the Kan catchment located in the northwestern part of Tehran is considered as the study area. in this research, the quantitative and qualitative modeling of the watershed was conducted in 1971-2010 using the SWAT hydrological model, then, the results of the rainfall and temperature outcomes of the HADCM3 model with the AIB scenario for the period of 2011-2030 were extracted using the LARS_WG software. Then the collected data were used as the climate input data into the SWAT model followed by measuring the quantitative and qualitative modeling of the basin for this period in which the qualitative parameter of nitrate were reviewed. The results of the comparison highlighted the fact that there is a significant decrease in the amount of discharge besides an increase in the concentration of nitrate in coming years which could leave a set of destructive effects over the catchment.

Key words: Quantitative and qualitative study, climate change, SWAT model, LARS_WG model

1- Department of Environment Engineering, Tehran University

2- Department of Environment Engineering, Tehran University

(*-Corresponding Author Email: niloofarfalah@ut.ac.ir)