

SID



سرویس های ویژه



سرویس ترجمه تخصصی



کارگاه های آموزشی



بلاگ مرکز اطلاعات علمی



عضویت در خبرنامه



فیلم های آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آو ساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی



تجزیه و تحلیل مولفه‌های اصلی موثر بر پیش بینی دبی جریان رودخانه

مجید خزایی^۱، عبدال شهریور^۲ و جعفر گوهرگانی^۳

^۱دانشجوی دکتری آبخیزداری دانشگاه هرمزگان

^۲استادیار و عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات آبخیزداری استان کهگیلویه و بویراحمد
^۳کارشناسی بذر و نهال و سرپرست سازمان جهاد کشاورزی استان کهگیلویه و بویراحمد

چکیده

پیش بینی دبی جریان به عنوان یکی از مطرح ترین چالش های مدیریت منابع آب در دهه های اخیر بوده به طوری که محققان روش های متفاوتی را برای این امر در مقالات مختلف ارائه نموده و به کار گرفته اند. تمامی پدیده های هیدرولوژیکی به طور طبیعی پدیده های تصادفی هستند. این پدیده ها را می توان با استفاده از تعدادی متغیر تعیین کرد که ممکن است این متغیرها با یکدیگر دارای همبستگی زیادی باشند. مولفه های زیادی بر میزان دبی موثر است ولی اندازه گیری تمامی این مؤلفه ها در حوزه های آبخیز فراهم نمی باشد. از طرفی هدف از مدل سازی استفاده از روابط برای حوزه های با کمبود اطلاعات می باشد. بدین منظور از متغیرهای سهل الوصول بارش، دما و تبخیر که از متغیرهای اصلی موثر بر دبی نیز می باشند در تحقیق فعلی استفاده گردید. با توجه به اینکه مقادیر قبلی بارش، دما و رطوبت نیز از عوامل موثر بر تغییرات دبی می باشد از این عوامل نیز در پیش بینی دبی استفاده گردید. در مجموع ۹ متغیر انتخاب گردید و به کمک تجزیه و تحلیل مولفه های اصلی اقدام به تعیین سهم هر کدام از عوامل بر تغییرات دبی گردید. در نهایت با استفاده از رگرسیون اقدام به مدل سازی دبی گردید.

کلمات کلیدی: دبی، مدلسازی، مولفه های اصلی، رودخانه

مقدمه

پیش بینی دبی جریان به عنوان یکی از مطرح ترین چالش های مدیریت منابع آب در دهه های اخیر بوده به طوری که محققان روش های متفاوتی را برای این امر در مقالات مختلف ارائه نموده و به کار گرفته اند. تمامی پدیده های هیدرولوژیکی به طور طبیعی پدیده های تصادفی هستند. این پدیده ها را می توان با استفاده از تعدادی متغیر تعیین کرد که ممکن است این متغیرها با یکدیگر دارای همبستگی زیادی باشند (سیفی و همکاران، ۱۳۸۹).

بررسی مجموعه داده ها، ساده سازی و یافتن الگوی حاکم بر متغیرها مهمترین مرحله از فرآیند مدل سازی و حل مساله است. در سال های اخیر روش های آماری چند متغیره در موضوعات مرتبط با منابع آب، هیدرو لوژی و محیط زیست به طور گسترده ای استفاده شده اند. روش های چند متغیره رفتار همزمان چندین متغیر را مورد بررسی قرار می دهند و ساختار همبستگی متغیرها را درون گروه در نظر می گیرند (نیرومند، ۲۰۰۷). از آنجایی که اکثر متغیرهای تأثیرگذار در تمامی ایستگاه ها اندازه گیری نمی شود، بنابراین تحلیل داده های موجود برای درک اهمیت نسبی این متغیرها لازم است. یکی از روش های آماری چندمتغیره که امروزه به طور وسیعی مورد استفاده قرار میگیرد، روش تحلیل عامل اصلی PFA و تحلیل مولفه اصلی PCA میباشد (ایونگ، ۲۰۰۵). روش مؤلفه های اصلی



ابزاری ریاضی است که متغیرهای مؤثر را مشخص میکند. تحلیل مولفه اصلی به تبیین ساختار واریانس، کوواریانس به کمک چند ترکیب خطی از متغیرهای اصلی سر و کار دارد. اهداف کلی آن عبارتند از: ۱: کاهش حجم داده ها؛ ۲: تعیین و تفسیر آنها. اخیراً، استفاده از روش های PCA بر ای کاهش تعداد متغیرها ی ورودی و تفسیر بهتر نتایج به دست آمده از تحلیل داده های آب، رواج یافته است. یکی از کاربردهای مهم تحلیل مولفه های اصلی، در رگرسیون است. با استفاده از تحلیل مولفه های اصلی می توان تعداد زیادی متغیر توضیحی (متغیر مستقل) همبسته را با تعداد محدودی متغیر توضیحی جدید که مولفه های اصلی نامیده می شوند و ناهمبسته اند، جایگزین نمود. به این ترتیب نه تنها بعد مساله تقلیل می یابد بلکه مساله چند همخطی پیش نمی آید (لیو و همکاران، ۲۰۰۵).

این روش بین مجموعه ای بزرگ از داده های به ظاهر بی ارتباط، رابطه خاصی را تحت یک مدل فرضی برقرار میکند، سپس هر متغیر را به صورت ترکیب خطی از فاکتورهای پنهان تبدیل میکنند در این روش متغیرها به مجموعه های کوچکتری از عامل ها با کمترین اطلاعات از دست رفته و موثرترین اطلاعات مؤثر بر پدیده تبدیل میشوند. در تحلیل عاملی، متغیرهایی که در یک عامل تعریف می شوند، به یکدیگر کاملاً وابسته اند و این وابستگی، عامل را بوجود می آورد. از طرفی متغیرهای هر عامل هیچ وابستگی به متغیرهای عامل های دیگر ندارد (یزدان خواه، ۱۳۸۶).

خام چین مقدم و همکاران (۱۳۸۹) با پهنه بندی حداکثر بارش روزانه ایران از کلیه ایستگاه های بارانسنج کشور که زیر نظر سازمان هواشناسی کشور و وزارت نیروست استفاده نمود. روش مؤلفه های اصلی برای حذف متغیرهای غیر ضروری به کار گرفته شد که ضرورت فقط ۶ متغیر ارتفاع، میانگین وانحراف معیار بارش سالانه و حداکثر روزانه و نسبت بارش زمستان به بهار از ۲۱ متغیر تأیید شد. نوری و همکاران (۱۳۸۹) با پیش بینی ماهانه جریان با استفاده از ماشین بردار پشتیبان بر مبنای آنالیز مؤلفه اصلی با استفاده از ۱۸ متغیر ورودی به مدل، نشان داد که پیش پردازش متغیرهای ورودی به مدل با استفاده از PCA بهبود عملکرد مدل را به همراه داشته است.

یو و یانگ (۱۹۹۶) روش PCA و آنالیز خوشه ای را برای داده های جریان روزانه ۳۴ ایستگاه جریان سنجی بکار بردند و نتایج آنها نشان داد که روش تجزیه خوشه ای سلسله مراتبی وارد و غیر سلسله مراتبی k-mean بطور قابل قبولی می تواند برای تفکیک مناطق همگن بکار رود و در نهایت سه ناحیه همگن برای منطقه بدست آوردند.

لی و چونگ (۲۰۰۹) از معادلات رگرسیونی برای تخمین دبی رودخانه استفاده نمودند. آنها از دو روش برای محاسبه دبی، یکی براساس میانگین سرعت و دیگری مبتنی بر منحنی سنج در رودخانه مورد بررسی استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد روش محاسبه دبی براساس سرعت دقت بالاتری را نشان داده است.

مواد و روش کار

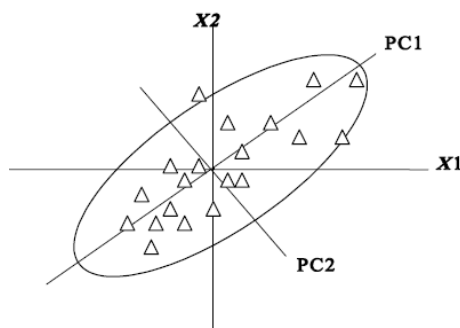
PCA روش تقسیم یک ماتریس تشابه به یک مجموعه محورها یا مؤلفه های متعامد عمودی است که هر کدام از این محورها یک PC نامیده می شود به این روش مؤلفه ها را وزن دهی کرده و برای هر کدام یک مقدار ویژه بیان می کند (Pezhman و همکاران، ۲۰۰۹). مقدار ویژه هر محور برابر واریانس محاسبه شده برای آن محور است. در PCA مقادیر ویژه ماتریس تشابه بر اساس روند نزولی استخراج می شود به طوری که محوره های (مؤلفه های) متناظر PCA به طور متوالی مقادیر تغییرات را از بزرگ تر تا کوچک تر در ماتریس نشان می دهند. بنابراین نخستین محوره های PCA که واحدهای نمونه برداری روی آن ها مکان یابی خواهد شد، بیشترین درصد مجموع تغییرات قابل تعریف را نشان خواهند داد (Moghadam و همکاران، ۲۰۰۳).



اگر چه p متغیر برای مطالعه تغییرپذیری کل سیستم لازم است، ولی اغلب این تغییرپذیری را می‌توان با تعداد کمتر مثلاً k مؤلفه اصلی بیان نمود ($k < p$). در این صورت میزان اطلاعی که در k مؤلفه وجود دارد تقریباً مانند میزان اطلاع در p متغیر اولیه است. هر یک از k مؤلفه خود ترکیب خطی از چند متغیر اولیه است. بنابراین k مؤلفه اصلی را می‌توان به جای p متغیر اولیه به کار برد.

مجموعه داده‌های اولیه شامل p متغیر است که به مجموعه‌ای از داده‌های شامل k مؤلفه اصلی (ترکیب خطی متغیرهای مؤثر) کاهش داده می‌شود (چین مقدم و همکاران، ۱۳۸۹). مؤلفه‌های اصلی از نظر جبری ترکیبات خطی ویژه p متغیر تصادفی x_1, x_2, \dots, x_p است. این ترکیبات خطی از نظر هندسی انتخاب یک دستگاه مختصات جدید را نشان می‌دهد که از دوران دستگاه اولیه با x_1, x_2, \dots, x_p به عنوان محورهای مختصات به دست می‌آید. محورهای جدید جهت‌ها را با بیش‌ترین تغییرپذیری نشان می‌دهد. این جهت‌ها بردارهای ویژه ماتریس کوواریانس (Σ) یا ماتریس همبستگی (ρ) است که بیان ساده‌تری از ساختمان کوواریانس را فراهم می‌کند. مؤلفه‌های اصلی تنها به ماتریس کوواریانس (Σ) یا ماتریس همبستگی (ρ) مربوط به p متغیر x_1, x_2, \dots, x_p بستگی دارد. مقادیر ویژه و بردارهای ویژه Σ را محاسبه و با این فرض که مجموع واریانس متغیرها مساوی مجموع مقادیر ویژه است، مبادرت به تعیین سهم واریانس هر مؤلفه از کل می‌نماید. بردارهای ویژه جهت مؤلفه‌ها و مقادیر ویژه با اندازه آن‌ها متناسب است. اگر واحد اندازه‌گیری داده‌ها متفاوت باشد، طبق توصیه‌های انجام‌شده از ماتریس همبستگی (ρ) استفاده می‌شود (نیرومند، ۱۳۷۸ و Jolliffe، ۲۰۰۲).

شکل (۱) نقاطی را روی دو محور مختصات X_1 و X_2 نشان می‌دهد برای تعیین جهت عمومی نقاط، یک بیضی رسم می‌شود تا همبستگی بین متغیرها مشخص شود.



شکل ۱- انتقال داده‌ها به عوامل اساسی

برخی از نقاط خارج بیضی و البته تجمع تعداد زیادی از آن‌ها روی قطر اصلی بیضی مشاهده است جهت اصلی پراکنش نقاط نه در امتداد X_1 و نه در امتداد X_2 بلکه بین آن‌ها و بیشتر در امتداد قطر اصلی بیضی است می‌شود. این محور $PC1$ نامیده می‌شود که اولین جزء اصلی تغییرپذیری X_1 و X_2 است. دومین جزء $PC2$ در امتداد قطر فرعی بیضی است که دقیقاً بر $PC1$ عمود بوده و باقی تغییرات در X_1 و X_2 را شرح می‌دهد. $PC1$ و $PC2$ دو محور جدید برای شرح X_1 و X_2 می‌باشند بنابراین می‌توان گفت X_1 و X_2 ترکیبی خطی از $PC1$ و $PC2$ است یعنی:

$$X_i = a_{i1}PC1 + a_{i2}PC2$$

همچنین می‌توان ارزش مؤلفه‌های اساسی را با استفاده از معادلات زیر به دست آورد:



$$PC1 = w1X1 + w2X2$$

$$PC2 = w3X1 + w4X2$$

به طوری که W_i ضریب رگرسیون اجزای اساسی روی متغیرها است.

مراحل تحلیل مؤلفه‌های اصلی

مرحله ۱: به دست آوردن اطلاعات

مرحله ۲: کسر نمودن میانگین: برای این که آنالیز اجزای اصلی به طور صحیح کار کند باید میانگین را در هر بعد از داده‌ها کم کرد. کاستن میانگین یعنی میانگین سراسر هر بعد از مجموعه داده‌ها را کم کردن.

مرحله ۳: محاسبه ماتریس کوواریانس

مرحله ۴: محاسبه بردارهای مشخصه و مقادیر ویژه از ماتریس کوواریانس

مرحله ۵: متراکم سازی

مرحله ۶: وقتی که جزای اصلی را انتخاب شد (بردارهای مشخصه). داده‌ها حفظ و به شکل یک بردار ویژگی نشان داده می‌شوند و ترانهاده بردار محاسبه می‌شود.

مرحله ۷: مدلسازی رگرسیونی دبی با استفاده از مولفه‌های اصلی استخراجی

نتایج مدل سازی رگرسیونی

بعد از اینکه داده‌ها با انجام تبدیلات آماری نرمال گردید به منظور انجام مدل سازی وارد نرم افزار SPSS گردید. در ابتدا داده‌ها به دو دسته ۷۰ درصد و ۳۰ درصد جهت مدل سازی و اعتبارسنجی تقسیم گردیدند. تمام فرضیات مدل سازی رگرسیونی از جمله عدم هم خطی بین متغیرها و نرمال سازی باقیمانده‌ها روی داده‌ها آزمون گردید و سپس اقدام به انجام مراحل مدل سازی گردید. در ابتدا با استفاده از جدول آنالیز واریانس سطح معنی داری مدل‌ها مورد آزمون قرار می‌گیرد. در مرحله بعد پارامترهای مدل با توجه به سطح معنی داری آن‌ها انتخاب و معادله مدل‌ها استخراج گردید. به منظور بررسی دقت مدل‌ها اقدام به تعیین چندین اماره اعتبارسنجی از جمله ضریب تبیین و میزان ریشه خطا اقدام گردید در نهایت با استفاده از معادله‌های به دست آمده و تغییر ضرایب مدل‌ها اقدام به واسنجی مدل گردید.

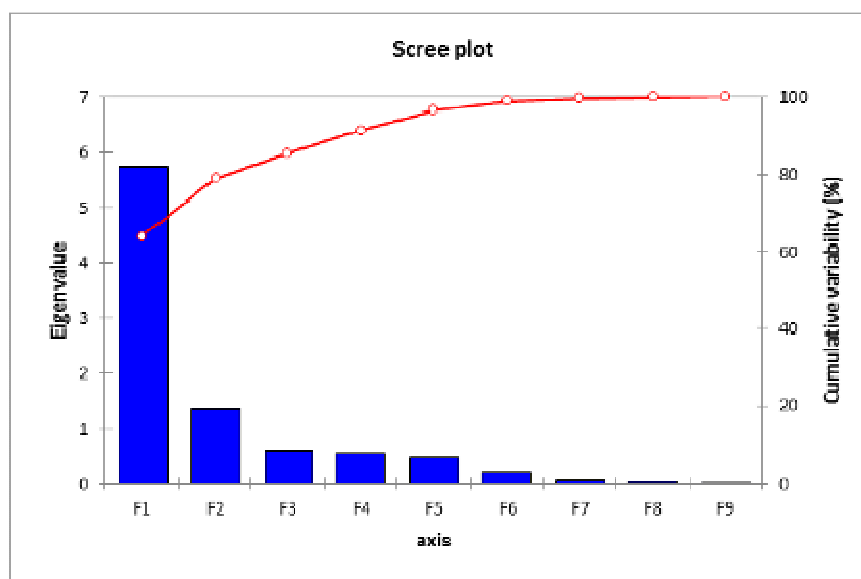
نتایج

اولین گام در بررسی ارتباط بین متغیرها بررسی ماتریس همبستگی آن‌ها است. ابتدا مجموعه‌ای از متغیرها را انتخاب کرده و همبستگی بین آن‌ها را بررسی می‌کنیم. در صورت وجود همبستگی بین متغیرها، می‌توان عوامل را از روش مؤلفه‌های اساسی استخراج نمود. گام اول در تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی استخراج مؤلفه‌های اصلی می‌باشد که در این مطالعه ۱۰ عامل استخراج گردید که در جدول (۱) ارائه شده است. داده‌های جدول (۱) نشان داده است که ۷۶ درصد پراکندگی داده‌ها توسط دو مؤلفه اول بیان می‌شود. مقدار ویژه هر یک از مؤلفه‌های اصلی در شکل (۲) ارائه شده است که از این طریق می‌توان بهترین مؤلفه را مشخص نمود.

جدول ۱- مقادیر ویژه و درصد تغییرپذیری بردارها



F9	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	عامل های اصلی
۰/۰۲	۰/۰۴	۰/۰۶	۰/۱۹	۰/۴۶	۰/۵۴	۰/۵۸	۱/۴	۵/۷	مقدار ویژه
۰/۱۴	۰/۴۰	۰/۶۷	۲/۲	۵/۱۶	۶/۰۳	۶/۵	۱۵	۶۳/۸	درصد تغییر پذیری (%)



شکل ۲- مقادیر ویژه بردارها (نمودار اسکری)

د مؤلفه اول بهترین انتخاب می‌باشد چنان که مشاهده می‌گردد مقدار ویژه اولین مؤلفه بزرگ‌تر از یک می‌باشد و حدود ۶۲ درصد پراکندگی مجموعه داده‌ها توسط این مؤلفه بازگو می‌شود. به عبارت دیگر همه معیارها نشان‌دهنده این است که انتخاب مؤلفه اول کافی است. سهم هر یک از متغیرها در واریانس تبیین شده به وسیله هر عامل در جدول (۲) ارائه شده است. بر این اساس مشاهده می‌شود سهم متغیرها در تبیین واریانس عامل اول نسبت به سایر ارقام مشابه مناسب‌تر می‌باشد.

جدول ۲- سهم متغیرها در تبیین واریانس عوامل

F9	F8	F7	F6	F5	F4	F3	F2	F1	متغیرها
۰/۰۰	۰/۰۸	۰/۰۱	۲/۵	۴/۷	۶۶/۲	۴/۶	۱۵/۱	۶/۶	بارندگی
۰/۰۰	۰/۰۴	۰/۰۲	۱/۷	۲/۱	۳/۷	۸۳/۹	۰/۳	۸/۲	بارندگی یک روز قبل
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۳۲	۰/۴۲	۵۲/۲	۷/۵	۸/۲	۲۵/۸	۵/۵	بارندگی دو روز قبل
۱۴/۹۳	۹/۹	۲۰/۳	۲۳/۲۳	۳/۴	۱/۹	۰/۱۴	۱۳/۵	۱۲/۶	درجه حرارت
۴۲/۰۵	۱۷/۴	۰/۳۴	۲۴/۵	۰/۸۰	۰/۵۰	۰/۰۴	۰/۰۷	۱۶/۳	درجه حرارت یک روز قبل



۱۳/۴۲	۲/۵	۳۲/۱	۱۱/۱۳	۱۲/۵	۰/۲۲	۰/۱	۱۶/۳	۱۱/۷	درجه حرارت دو روز قبل
۶/۵۰	۹/۳	۲۹/۵۶	۶/۸	۸/۵	۹/۱۵	۰/۹	۱۸/۵	۱۰/۸	تبخیر و تعرق
۱۷/۵	۴۱/۱۸	۰/۵۰	۱۵/۳	۰/۳	۸/۴	۰/۹	۰/۴	۱۵/۵	تبخیر و تعرق یک روز قبل
۵/۶	۱۹/۵۶	۱۶/۸	۱۶/۴	۱۵/۳	۲/۴	۱/۱	۱۰/۱۵	۱۲/۵	تبخیر و تعرق دو روز قبل

بر اساس این جدول مشاهده می‌شود سهم متغیرها در تبیین واریانس عامل اول نسبت به سایر ارقام مشابه مناسب‌تر می‌باشد به عنوان مثال سهم هر یک از متغیرهای بارش، بارش روز قبل، بارش دو روز قبل، دما، دما ماه قبل و دما دو ماه قبل و تبخیر، تبخیر ماه قبل و تبخیر دو ماه قبل در عامل F1 به ترتیب ۶/۶۴، ۸/۲۱، ۵/۵۵، ۱۲/۶۵، ۱۶/۲۸، ۱۱/۷۶، ۱۰/۷۹، ۱۵/۵۶ و ۱۲/۵۵ می‌باشد. کسینوس مجذور متغیرها برای عامل‌های اصلی در جدول ۳ ارائه شده است.

جدول ۳- کسینوس مجذور متغیرها برای عامل‌های اصلی

متغیرها	F1	F2	F3
بارندگی	۰/۳۸	۰/۲۰	۰/۰۳
بارندگی یک روز قبل	۰/۴۷	۰/۰۰	۰/۴۹
بارندگی دو روز قبل	۰/۳۲	۰/۳۵	۰/۰۵
درجه حرارت	۰/۷۳	۰/۱۸	۰/۰۰
درجه حرارت یک روز قبل	۰/۹۴	۰/۰۰	۰/۰۰
درجه حرارت دو روز قبل	۰/۶۸	۰/۲۲	۰/۰۰
تبخیر و تعرق	۰/۶۲	۰/۲۵	۰/۰۱
تبخیر و تعرق یک روز قبل	۰/۸۹	۰/۰۱	۰/۰۱
تبخیر و تعرق دو روز قبل	۰/۷۲	۰/۱۴	۰/۰۱

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که در مؤلفه اول از متغیرهای مورد بررسی، مؤلفه بارش دو ماه قبل در فاکتور دوم و بارش یک ماه قبل در فاکتور سوم جای گرفته است ولی بقیه متغیرها در فاکتور اول قرار گرفته‌اند. که نشان‌دهنده این واقعیت است که متغیر بارش تا یک ماه و دو ماه قبل در اولویت کمتری در پیش‌بینی دبی برخوردارند.

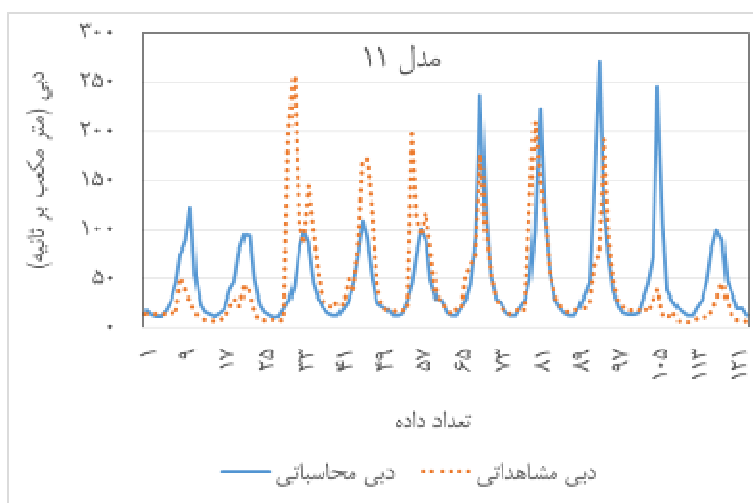
نتایج مدل‌سازی رگرسیونی

بعد از استخراج مدل‌های با ورودی مختلف اقدام به تعیین چندین اماره اعتبارسنجی از جمله ضریب تبیین و میزان ریشه خطا اقدام گردید و با استفاده از معادله‌های به دست آمده و تغییر ضرایب مدل‌ها اقدام به واسنجی مدل گردید. نتایج کلی مدل‌های شبیه‌سازی شده بعد از استخراج مؤلفه‌های اصلی (جدول ۴) و نمودار مقایسه‌ای بین مقادیر مشاهداتی و محاسباتی مدل برتر در شکل ۳ ارائه شده است.



جدول ۴- نتایج اولویت‌بندی مدل‌ها با توجه به معیارهای ضریب تشخیص و میزان خطا

اولویت	RMSE	R ²	متغیر مستقل	شماره
۹	۰/۳۱	۰/۲۹	بارش	۱
۶	۰/۲۸	۰/۴۱	بارش یک ماه قبل	۲
۷	۰/۳۰	۰/۳۵	بارش دو ماه قبل	۳
۱۱	۰/۳۲	۰/۱۸	دما	۴
۴	۰/۲۶	۰/۴۸	دما یک ماه قبل	۵
۲	۰/۲۲	۰/۶۱	دما دو ماه قبل	۶
۱۰	۰/۳۲	۰/۱۷	تبخیر	۷
۵	۰/۲۷	۰/۴۳	تبخیر یک ماه قبل	۸
۳	۰/۲۴	۰/۵۴	تبخیر دو ماه قبل	۹
۸	۰/۳۰	۰/۲۹	بارش، دما و تبخیر	۱۰
۱	۰/۲۱	۰/۶۵	بارش، دما و تبخیر جاری، یک ماه و دو ماه قبل	۱۱



شکل ۳- تغییرات مقادیر مشاهداتی و محاسباتی دبی در دوره اعتبارسنجی در مدل ۱۱



بحث و نتیجه گیری

با توجه به اینکه عوامل متعددی بر میزان دبی رودخانه‌ها تأثیر دارند و از طرفی بسیاری از عوامل موثر بر دبی به راحتی قابل دسترس و اندازه گیری نیستند در این بررسی از عوامل هواشناسی از جمله بارش، دما و تبخیر با تاخیرهای یک ماه و دو ماه قبل جهت پیش‌بینی استفاده گردید. از طرفی این عوامل از مهم‌ترین عوامل موثر بر دبی می‌باشند و از سویی اندازه گیری و تهیه این داده‌ها در اکثر حوزه‌های آبخیزهای کشور و اکثر رودخانه‌ها موجود می‌باشند. به همین خاطر از ترکیبی از مؤلفه‌های بالا جهت پیش‌بینی دبی در این تحقیق استفاده گردید که در مجموع ۹ متغیر را شامل می‌گردند. که با ترکیب مدل‌های مختلف حدود ۱۱ مدل مورد شناسایی و تجزیه و تحلیل قرار گرفت. به منظور شناسایی مؤلفه‌های اساسی موثر بر دبی از بین مؤلفه‌های انتخابی با استفاده از روش تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی اقدام به تعیین مهم‌ترین مؤلفه‌ها گردید. در روش PCA مؤلفه‌ها را وزن دهی کرده و برای هر کدام یک مقدار ویژه (Eigenvalue) بیان می‌کند، مقدار ویژه هر محور برابر واریانس محاسبه‌شده برای آن محور است. در نتیجه مؤلفه‌هایی که دارای بیش‌ترین واریانس باشند بیش‌ترین تأثیر را بر میزان دبی ایفا می‌کنند. در پژوهش حاضر ابتدا ماتریس همبستگی بین متغیرها ایجاد شد که تمامی متغیرها دارای همبستگی معنی‌داری بودند. نکته‌ای که در ماتریس همبستگی متغیرها مشاهده گردید همبستگی منفی درجه حرارت و تبخیر و تفرق و تاخیرهای یک ماه و دو ماه قبل و همبستگی مثبت بارش و تاخیر یک ماه و دو ماه قبل آن با هم بوده است. که نشان‌دهنده این موضوع است که افزایش دما هم سو با افزایش تبخیر و کاهش میزان بارش می‌باشد. در نتیجه رابطه معکوس بارش با سایر متغیرها قابل شهود بود. در مجموع ۱۰ مؤلفه اصلی استخراج شد که مقدار ویژه و درصد واریانس و پراکندگی مؤلفه‌ها به ترتیب برای مؤلفه‌های یک تا ده معادل، ۶۳/۸۸، ۱۴/۹۹، ۶/۵۰، ۶/۰۳، ۵/۱۶، ۲/۲۰، ۰/۶۷، ۰/۴۱ و ۰/۱۴ بوده است. با توجه به نتایج به دست آمده از مؤلفه‌های به دست آمده می‌توان نشان داد که بیش‌ترین میزان تغییرات متغیرها توسط مؤلفه اول ایجاد شده است. ترکیب مؤلفه اول و دوم می‌تواند به عنوان مؤلفه‌های اساسی با میزان مقدار ویژه معادل ۷۸/۸۷ شناخته شود. با توجه به ضرایب محاسباتی متغیرها در بردار اول (F1) بیش‌ترین همبستگی را با مؤلفه اول به ترتیب متغیرهای درجه حرارت یک ماه قبل، تبخیر یک ماه قبل، دما، تبخیر دو ماه قبل، دما دو ماه قبل، تبخیر جاری و بارش دارا می‌باشند. هم چنین نتایج توزیع درصد سهم متغیرها در تبیین واریانس عامل اول نسبت به سایر ارقام مشابه مناسب‌تر می‌باشد به عنوان مثال سهم هر یک از متغیرهای بارش، بارش روز قبل، بارش دو روز قبل، دما، دما ماه قبل و دما دو ماه قبل و تبخیر، تبخیر ماه قبل و تبخیر دو ماه قبل در عامل F1 به ترتیب ۶/۶۴، ۸/۲۱، ۵/۵۵، ۱۲/۶۵، ۱۶/۲۸، ۱۱/۷۶، ۱۰/۷۹، ۱۵/۵۶ و ۱۲/۵۵ می‌باشد. به‌طور کلی نتایج تجزیه و تحلیل مؤلفه‌های اصلی نشان داد که همه متغیرهای مورد بررسی دارای اهمیت زیادی در تغییرات دبی هستند و همگی می‌توانند جزو مؤلفه اساسی مدل مورد بررسی قرار گیرند. بر اساس اهمیت متغیرها می‌توان گفت که در مؤلفه اول از متغیرهای مورد بررسی، مؤلفه بارش دو ماه قبل در فاکتور دوم و بارش یک ماه قبل در فاکتور سوم جای گرفته است ولی بقیه متغیرها در فاکتور اول قرار گرفته‌اند. که نشان‌دهنده این واقعیت است که متغیر بارش تا یک ماه و دو ماه قبل در اولویت کمتری در پیش‌بینی دبی برخوردارند. بعد از تعیین میزان اهمیت متغیرها و تعیین مؤلفه‌های اصلی اقدام به مدل‌سازی رگرسیونی گردید. همان‌طور که در فصل سوم ارائه شد به منظور مدل‌سازی رگرسیونی باید یک سری فرضیات را انجام داد تا نتایج به دست آمده دارای اعتبار بهتر و بالاتری گردند. در تجزیه و تحلیل رگرسیون از رگرسیون خطی دو و چند متغیره استفاده شد. در ابتدا با استفاده از آنالیز واریانس میزان معنی‌داری مدل مشخص گردید که از میان مدل‌های مورد بررسی تمامی مدل‌ها معنی‌دار گردیدند. سپس به کمک میزان سطح معنی‌داری ضرایب و پارامترهای مدل و معادله مدل استخراج گردید. با توجه به اینکه داده‌ها در ابتدا به دو بخش ۷۰ و ۳۰ درصد تقسیم گردید. مدل‌ها و روابط با استفاده از ۷۰ درصد داده‌های اولیه استخراج گردید سپس با استفاده از معادله‌های استخراج‌شده و ۳۰ درصد داده‌های کنار گذاشته شده میزان دبی محاسبه گردید. در نهایت مدل‌های با ضریب تشخیص بالاتر و مجذور میانگین مربعات خطای کمتر بعد از عمل واسنجی که با



تغییر ضرایب معادله‌ها به صورت دستی صورت گرفت، انتخاب شد. هم‌چنین با ترسیم نمودار مشاهده‌ای و محاسباتی به بررسی مدل‌ها پرداخته شد. نتایج مدل‌سازی رگرسیونی نشان داد که اکثر مدل‌ها نتوانسته‌اند دبی را پیش‌بینی کنند. از میان مدل‌های مورد بررسی مدل شماره یازده با ورودی‌های بارش، دما و تبخیر و بارش و دما و تبخیر با یک ماه و دو ماه تبخیر دارای بیش‌ترین دقت و کمترین میزان خطا ($RMSE=0/20$ و $R^2=0/65$) می‌باشند. هم‌چنین این مدل توانسته است به خوبی مقادیر حداقل و حداکثر را شبیه‌سازی کند. مدل‌های شماره ۶ با ورودی دما دو ماه قبل و تبخیر دو ماه قبل به ترتیب در اولویت‌های دوم ($RMSE=0/22$ $R^2=0/61$) و سوم ($RMSE=0/24$ $R^2=0/54$) می‌باشند. هم‌چنین مدل‌های شماره ۴ و ۷ با ورودی‌های دما و تبخیر کمترین میزان دقت و بالاترین میزان خطا در اولویت آخر قرار گرفتند ($RMSE=0/32$ $R^2=0/18$; $RMSE=0/32$ $R^2=0/17$; $RMSE=0/32$ $R^2=0/17$).

منابع

- نوری، ر. فرخ‌نیا، ا. مرید، س. ریاحی مدوار، ح. ۱۳۸۹. تأثیر پیش‌پردازش متغیرهای ورودی به شبکه عصبی برای پیش‌بینی جریان ماهانه با آنالیز مؤلفه‌های اصلی و موجک، "مجله آب و فاضلاب. ش. شصت و نه ص. ۱۳ تا ۲۰.
- یزدان خواه س. ۱۳۸۷. اهمیت نسب‌ی متغیرهای هواشناسی در برآورد تبخیر-تعرق مرجع در اقلیم‌های مختلف. پای‌ان‌نامه کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، ۱۱۰ص.
- خام‌چین مقدم فرهاد، صدقی حسین، کاوه فریدون، منشوری محمد. ۱۳۸۹. پهنه بندی حداکثر بارش روزانه ایران. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). جلد ۲۴، شماره ۱، ۱۳۸۹. ۹۷-۱۰۶.
- Ouyang Y. 2005. Application of principal component and factor analysis to evaluate surface water quality monitoring network, Water Reservoir, 39: 2621-2635.
- Liu C.W., Lin K.H. and Kuo Y.M. 2003. Application of factor analysis in the assessment of groundwater quality in a blackfoot disease area in Taiwan, Science of the Total Environment, 313: 77- 89

SID



سرویس های
ویژه



سرویس ترجمه
تخصصی



کارگاه های
آموزشی



بلاگ
مرکز اطلاعات علمی



عضویت در
خبرنامه



فیلم های
آموزشی

کارگاه های آموزشی مرکز اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی



مباحث پیشرفته یادگیری عمیق؛
شبکه های توجه گرافی
(Graph Attention Networks)



کارگاه آنلاین آموزش استفاده از
وب آوساینس



کارگاه آنلاین مقاله روزمره انگلیسی