تحلیل‌های کمی رواناب حوضه‌ی آبریز سعیدآباد چای

دکتر مقصود خیام — **مهندس احد مولوی**
استاد ژئومورفولوژی دانشگاه تبریز — **کارشناس ارشد آبیاری و زهکشی**

چکیده

حوضه‌ی سعید آبادچای یکی از حوضه‌های دامنه‌ی شمالی توده‌ی کوهستانی سهند در منطقه‌ی شمال غرب کشور است. مساحت این حوضه حدود ۲۱۵ کیلومترمربع بوده و از زیر حوضه‌های آجی‌چای می‌باشد که به دریاچه‌ی ارومیه می‌ریزد. در این مطالعه برای تحلیل مقادیر بارش، خطوط همبارش متوسط، همچنین خطوط همبارش با دوره‌ی برگشت‌های ۲۵ و ۱۰۰ سال تهیه شده است.

با عنایت به این‌که تعیین عوامل مؤثر بر رواناب نظیر تبخیر- تعرق ،چالاب، برگاب، نفوذ و وضعیت رطوبتی خاک مشکل می‌باشد؛ با انتخاب دوره‌های بلندمدت، که تقریباً تأثیر عوامل گوناگون دراین دوره‌ی ثابت است، مقادیر جریان تخمین زده می‌شود .

برای بررسی ارتباط بارش و رواناب سالانه و فصلی حوضه‌ی سعیدآباد چای از دوره‌ی آماری مشترک بارش و دبی سال‌های آبی (۵۰-۴۹) الی (۷۶-۷۵) به غیر از سال آبی (۷۵-۷۴) (به جهت در دست نبودن آمار) استفاده شده است .جهت حصول مدل‌های حاکم بر بارش و رواناب سالانه و فصلی حوضه‌ی آبریز سعیدآباد چای از انواع مدل‌های بارش - رواناب از جمله مدل‌های فرآیند ساده ،معادله سری‌های ساده‌ی زمانی، مدل چند جمله‌ای، مدل‌خطی ساده SLM ،مدل ضریب جریان با تغییرات فصلی استفاده گردیده است، که در اکثر موارد چندجمله‌ای‌های درجه‌ی سوم و دوم برازش بهتری نسبت به سایر معادلات نشان می دهند.

کلید واژه‌ها : رواناب، بارش، مدل فرآیند ساده، حوضه، توزیع احتمالاتی، دوره‌ی برگشت.

مقدمه

خشکسالی و محدودیت منابع آب در ایران به‌ویژه در آذربایجان (مطالعه‌ی موردی طرح حوضه‌ی سعیدآباد چای) اهل فن را بر آن می‌دارد تا از هدر رفتن منابع آب موجود جلوگیری به عمل آورده و استفاده‌ی بهینه از آن بنمایند. مسأله‌ی افزایش جمعیت و به دنبال آن افزایش مصرف سرانه، همواره مورد بحث کارشناسان می‌باشد.

از طریق رابطه‌ی حجم رواناب و بارش می‌توان با شناخت بارش‌ها، جریان‌های سیلابی و کل حجم جریان را تخمین زد. هر حوضه‌ای تحت شرایط توپوگرافی و لیتولوژیکی خاص خودش از بارش باریده شده روی حوضه، رواناب مشخصی را حاصل می‌کند، با به‌کارگیری فنون آماری می‌توان بهترین مدل بارش و رواناب فصلی و سالانه را ارایه نمود *(علیزاده، ۱۳۷۸: ۳۷۷-۳۶۸)*. این تحقیق تلاشی در به کارگیری رابطه‌ی بارش- رواناب در حوضه‌ی آبریز سعیدآباد چای به منظور برآورد آب قابل استحصال با استفاده از مقادیر بارش می‌باشد، که نتایج آن می‌تواند در مدیریت و برنامه‌ریزی مسایل توسعه کشاورزی منطقه مورد توجه قرار گیرد.

موقعیت جغرافیایی حوضه

حوضه‌ی سعید آبادچای جزو یکی از حوضه‌های دامنه‌ی شمالی توده‌ی آتشفشانی سهند می‌باشد. این حوضه مابین مختصات جغرافیای (طول‌های شرقی) ً۴۷ َ۲۸ ْ۴۶ و ً۵۸ َ۴۰ ْ۴۶ و (عرض‌های‌شمالی) ً۳ َ۴۷ ْ۳۷ و ً۲۹ َ۱ ْ۳۸ واقع شده است. این حوضه یکی از زیر حوضه‌های حوضه‌ی آجی‌چای می‌باشد و از دامنه‌های شمالی ارتفاعات سهند سرچشمه می‌گیرد.

داده‌های توپوگرافی حوضه

حوضه‌ی مورد مطالعه همانند سایر حوضه‌های حاشیه‌ی توده‌ی کوهستانی سهند از قلل مرتفع شروع و به‌صورت باریکه‌ای با عرض پنج کیلومتر از جنوب غربی تا شمال شرقی، تا نزدیکی روستای ایرانق امتداد دارد.از روستای ایرانق به بعد (به‌طرف سعیدآباد و روستای اسکندر) پهنای حوضه تغییریافته و امتداد آن جنوبی شمالی می‌شود. عرض حوضه در امتداد سعیدآباد به حدود دوازده کیلومتر می‌رسد. این حوضه از غرب به حوضه‌ی مهران رود (دره لیقوان و باسمنج)، از شرق به حوضه‌ی اوجان چای و از شمال به آجی چای محدود می‌گردد.

مساحت حوضه ۲۱۵ کیلومتر مربع و پهنای آن حداکثر ۱۲ کیلومتر و حداقل ۴ کیلومتر است. حداکثر ارتفاع حوضه در انتهای جنوبی ۳۶۹۵ متر، مربوط به قوچ گلی داغ می‌باشد. حداقل ارتفاع حوضه نیز حدود ۱۷۰۰ متر در محل مدخل تنگه اسکندر می‌باشد. بدین ترتیب اختلاف بین حداقل و حداکثر ارتفاع ۱۹۳۵ متر است. حوضه‌ی سعیدآباد از سه واحد بزرگ توپوگرافی کوهستان مرتفع (جنوب غرب حوضه و شمال شرق حوضه)، فلات (شامل فلات ایرانق، متنق و فلات کندول) و دشت تشکیل

یافته است که به ترتیب از جنوب به شمال (به استثنای کوه تک آلتی) جای گزیده‌اند *(رضایی‌مقدم، ۱۳۷۰: ۱۳-۵)*.

داده‌های زمین شناسی

در ارتباط با تکامل ساختمانی توده‌ی‌آتشفشانی سهند مطالعاتی‌که بر روی سنگ‌های آتشفشانی آن انجام گرفته است، نشان دهنده‌ی ترکیب کاملاً متفاوت آنها در نتیجه‌ی تفریق ماگمایی بوده و این مطلب را می‌توان از انواع سنگ‌های آتشفشانی که در منطقه برونزد دارند مشخص نمود.اگر تجدید فعالیت گسل تبریز- سلطانیه را بخشی‌از تشنجات کوه‌زایی‌آلپی در میوسن بدانیم کلیه پدیده‌های ساختمانی اعم‌از چین‌خوردگی و کوه تک‌آلتی و فعالیت آتشفشانی سهند در حوضه‌ی سعیدآباد بخشی از مواریث تکتونیک کوهزایی آلپی می‌باشند .

بیرون‌زدگی پایه‌ی رسوبی سهند در ارتفاع ۳۱۰۰ متری در انتهای دره‌ی چینی بلاغ که دقیقاً در یک کیلومتری جنوب‌شرق کوه قوچ گلی داغ (مرتفع‌ترین قله‌ی سهند) قرار دارد، نشانه‌ی وجود رسوبات دوره‌ی پره‌کامبرین تا دوره سنوزوییک در زیر چینه‌ی ولکانوسدیمانترها و سنگ‌های آتشفشانی سهند است .

احتمالاً در میوسن میانی و فوقانی در زیربنای سهند به‌ویژه در جنوب فلات ایرانق - متنق و ارتفاعات جنوبی حوضه‌ی سعیدآباد که فاقد رخساره‌های رسوبی قرمز رنگ فوقانی است، تشکیلات دوره‌ی میوسن زیرین نیز بعد از خروج زیربنای سهند از آب، تحت تأثیر عمل فرسایش قرار گرفته است. تنها دلیل بر این‌که غیر از تشکیلات دوره‌ی کرتاسه، تشکیلات قدیمی تری نیز در زیر چینه‌ی سنگ‌های آذرین سهند موجود است همانا برونزدگی زیر چینه در دره‌ی چینی بلاغ است. تشکیلات قبل از دوره کرتاسه زیر چینه‌ی سهند شامل موارد ذیل است :

الف- تشکیلات لالون (دوره‌ی کامبرین فوقانی) شامل ماسه سنگ قرمز رنگ و شیل.

ب- تشکیلات دوره پالئوزوییک که به‌طور هم شیب توسط لایه‌ی ضخیمی ازپرمین فسیل‌دار پوشانده شده‌اند .

ج- تشکیلات مزوزوییک که از دوره‌ی تریاس شروع شده، جنس آن از آهک‌های دولومیتی است و سازند لیاسیک را رخساره‌ی شمشک تشکیل می‌دهند و دوره‌ی ژوراسیک از شیست‌های آهکی فسیل‌دار شکل گرفته است.

تشکیلات نئوژن حوضه‌ی سعیدآباد را می‌توان به دو دسته‌ی مجزا تقسیم‌بندی نمود:

۱- تشکیلات رسوبی نئوژن متشکل از تشکیلات قم و تشکیلات قرمز رنگ فوقانی

۲- تشکیلات آذرین و ولکانوسدیمانتر،که بامجموعه سنگ‌های آذرین پرتابی و داسیت آندزیت و داسیتوئید مشخص می‌گردند.

لیتولوژی تشکیلات زمین شناسی

بر حسب سن تشکیلات، ویژگی‌های لیتولوژی حوضه عبارت خواهد بود از :

- لیتولوژی تشکیلات رسوبی فلات کندول و ارتفاعات تک آلتی
- لیتولوژی تشکیلات آذرآواری و ولکانوسدیمانتر فلات ایرانق- متنق
- لیتولوژی سنگ‌های آتشفشانی جنوب حوضه *(رضایی‌مقدم، ۱۳۷۰: ۵۰-۴۷)*

مواد و روش‌ها

در محاسبات مربوط به ارتباط بارش - رواناب منطقه از دوره آماری مشترک بارش و دبی سال‌های آبی (۵۰-۴۹) الی (۷۶-۷۵) به غیر از سال آبی (۷۵-۷۴) (به جهت در دست نبودن آمار) حوضه‌ی سعیدآباد چای استفاده شده است.

مدل‌های بارش - رواناب

پژوهشگران مدل‌های بارش و رواناب گوناگونی را ارایه نموده‌اند که در زیر بعضی از آنها به اختصار توضیح داده می‌شوند :

الف - مدل فرآیند ساده

معادله مدل فرآیند ساده به‌صورت زیر می‌باشد : *(Pilgrim,1978: 587-595)*

معادله‌ی شماره‌ی (۱)

$$RUN = RAIN - a\ b\tanh\left(\frac{RAIN - a}{b}\right)$$

در رابطه‌ی فوق:

RUN : رواناب

RAIN : بارش

a : نشان‌دهنده‌ی مقدار بارشی می‌باشد که کمتر از آن رواناب ایجاد نخواهد شد.

b : پارامتر معادله که به میزان فاکتورکنترل شرایط تلفات بارش اطلاق می‌شود.

ب- معادله‌ی سری‌های ساده زمانی

در این‌گونه معادلات متغیر وابسته رواناب علاوه بر این‌که به بارندگی در دوره‌ی حاضر ارتباط پیدا می‌کند به‌مقدار بارش‌های پیشین نیز بستگی خواهد داشت. معادلات

سری‌های زمانی دارای فرم‌های متفاوتی بر حسب اهداف مختلف مطالعاتی خواهند بود، که یک نوع آنها عبارت است از : *(odai,1999:886-889)*

معادله‌ی شماره‌ی (۲)

$$Run_k = a + bRain_k^c Rain_{(k-1)}^d Rain_{(k-2)}^e Rain_{(k-3)}^f Rain_{(k-4)}^g .....$$

در رابطه‌ی فوق:
g,f,e,d,c,b,a پارامترهای تجربی معادله می‌باشند
Raink: مقدار بارش در فاصله زمانی k
Runk: مقدار رواناب در فاصله زمانی k
Rain(k-1) : مقدار بارش در فاصله‌ی زمانی k-1

ج- مدل چند جمله‌ای :

مدل چند جمله‌ای ساده برای ارتباط رواناب به بارندگی به شکل زیر ارایه می‌گردد *(olivera,1996:22-28)*

معادله‌ی شماره‌ی (۳)

$$Run = a + bRain + cRain^2 + dRain^3 + eRain^4 + fRain^5 + ...$$

علائم معادله‌ی (۳) قبلا" معرفی شده اند.

د - مدل خطی ساده SLM

در این مدل تبدیل بارش به رواناب مستقیم با استفاده از انتگرال پیچیده زیر بیان می‌شود : *(Chiew,1993:1-36)*

معادله‌ی شماره‌ی (۴)

$$Run(t) = \int_{k=0}^{k=t} Rain(k)h(t-k)dk.....$$

در رابطه‌ی فوق:
K : متغیر فرضی
h : عرض هیدروگراف واحد لحظه‌ای در زمان t

و- مدل ضریب جریان با تغییرات فصلی

این مدل به‌صورت معادله‌ی زیر بیان می‌گردد:*(Chiew,1993:1-36)*

معادله‌ی شماره‌ی (۵)

$$Run_k = C_d \sum_{j=1}^{m} h_j Rain_{(k-j+1)} + e_k \text{.....}$$

در رابطه‌ی فوق:

Cd: ضریب تغییرات زمانی رواناب، با فرض این‌که این ضریب درطول سال به‌صورت پریودی تغییر پیدا خواهد کرد و به صورت زیر تعریف شده است :

معادله‌ی شماره‌ی (۶)

$$C_d = a_0 + \sum_{j=1}^{P} a_j \cos\left[\frac{2\pi jd}{n}\right] + b_j \sin\left[\frac{2\pi jd}{n}\right] \text{.....}$$

در این رابطه :

a_0 : متوسط جریان برای روز d در طول دوره‌ی آماری برای سری‌های روزانه

aj : ضریب سری فوریه

bj : ضریب سری فوریه

مقدار d با احتساب این‌که n زوج یا فرد باشد به ترتیب عبارت است از نصف n و نصف n منهای یک یعنی: (n-1)/۲

بارش در حوضه

برای بررسی بارش متوسط حوضه به‌روش منحنی‌های همباران از ایستگاه سعیدآباد و ایستگاه‌های مجاور بستان‌آباد، سرانسر، مراکند، تازه‌کند اهر، هروی، آذرشهر و مهران رود (تبریز) استفاده شده است، که منحنی‌های همباران بارش متوسط منطقه و منحنی‌های همباران فصلی و سالانه منطقه با دوره‌های برگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال در اشکال ۱-۲ الی ۳-۲ ارایه شده اند.

بررسی این شکل‌ها نشان می‌دهد که حداکثر بارش کل فصلی و سالانه در منطقه‌ی مورد مطالعه مربوط به ایستگاه سعیدآباد می‌باشد، که دارای تراکم خطوط همباران بیشتری نسبت به ایستگاه‌های مجاور است. مرکز تراکم خطوط همباران دراکثر ماه‌ها

نیز در همین ایستگاه است. علت این پدیده را می‌توان ارتفاع زیاد این ایستگاه نسبت به ایستگاه‌های مجاور دانست.

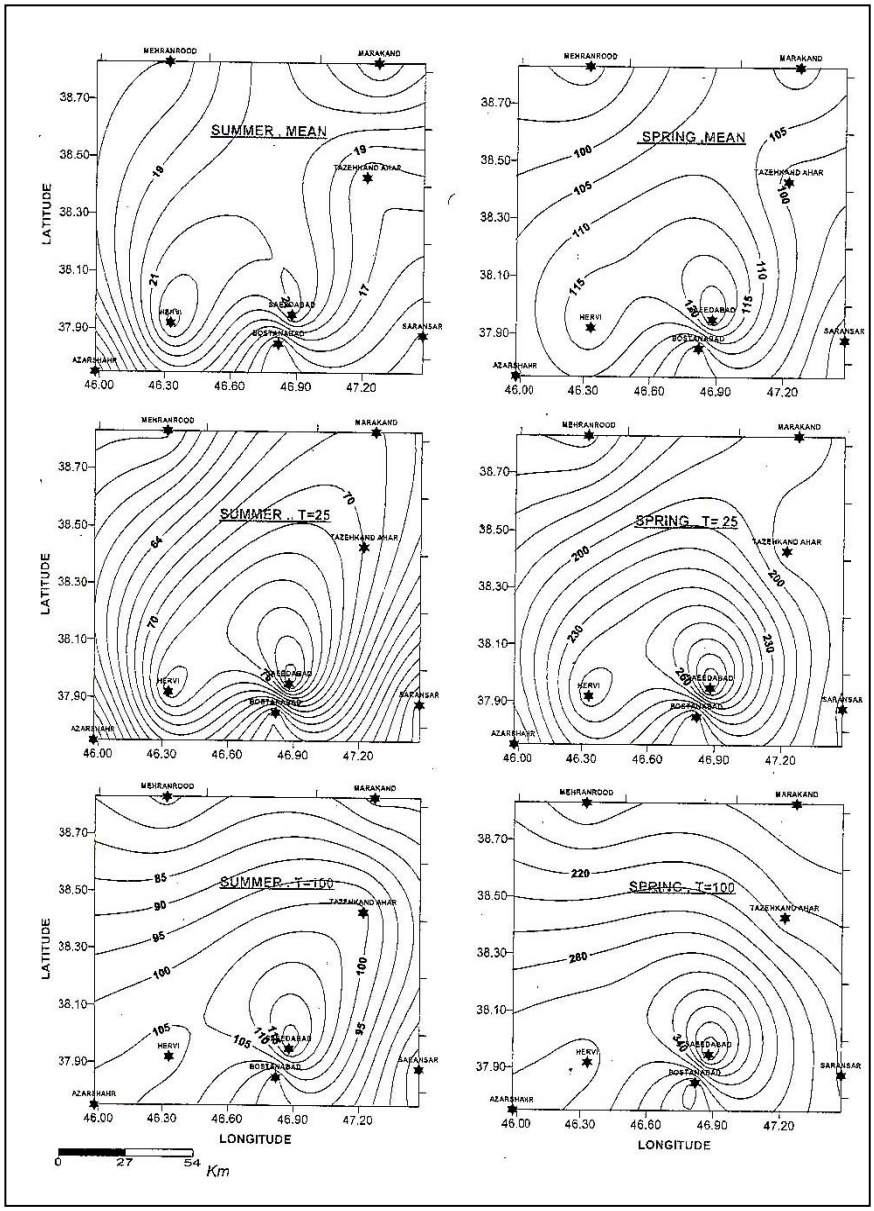
شکل‌های مذکور همچنین نشان می‌دهند که درماه‌های فروردین و اردیبهشت با حرکت از ایستگاه سعیدآباد به طرف سرانسر بر میزان شدت کاهش بارش افزوده شده و برعکس به‌طرف ایستگاه‌های مراکند، تازه‌کند اهر و هروی از میزان آن کاسته می‌گردد. اختلاف بارش در دو ایستگاه سعیدآباد و بستان‌آباد که فاصله‌ی کمتری نسبت به هم دارند زیاد بوده و خطوط تراز بین آنها دارای تراکم خیلی زیادی است.

در خردادماه برعکس، ایستگاه سعیدآباد دارای بارش کمتری نسبت به بعضی از ایستگاه‌های مجاور همچون هروی می‌باشد و مرکز تراکم خطوط در این ماه، ایستگاه هروی است. در تیر ماه باز تراکم خطوط متعلق به ایستگاه سعیدآباد بوده و با دور شدن از این منطقه بر فاصله خطوط افزوده می‌شود. در مردادماه که مقدار بارش در حوضه خیلی کم است مرکز تراکم خطوط در دو منطقه سعید آباد و هروی متمرکز می‌باشد. در شهریور ماه بارش در ایستگاه‌ها از یک نظم خاصی پیروی می‌کند، به‌طوری‌که از سرانسر به طرف شمال غربی منطقه مقدار بارش با نظم خاصی افزایش می‌یابد. قطب بارش منطقه در ماه‌های مهر، تا اسفند سعیدآباد می‌باشد.

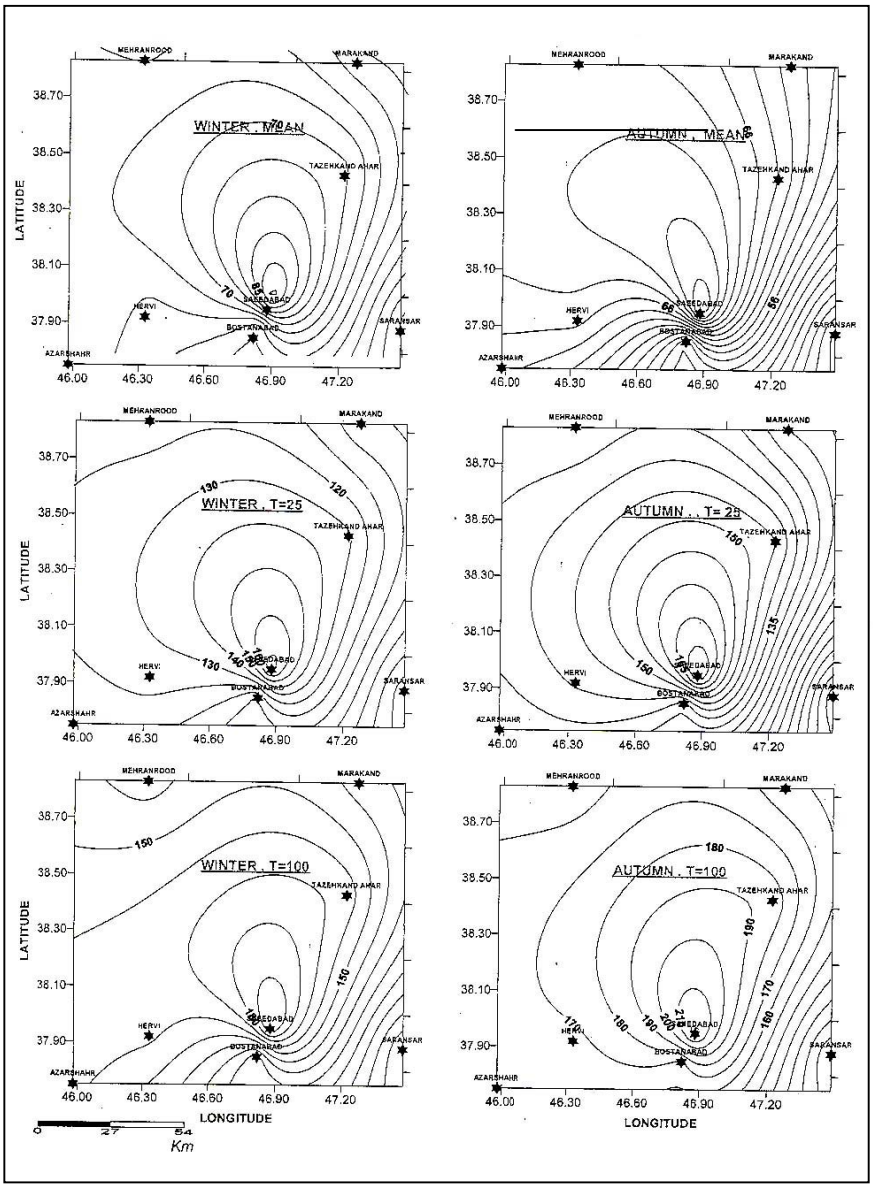
رواناب حوضه

جهت بررسی حجم رواناب‌های حوضه از آمار هیدرومتری ایستگاه سعید آباد چای ایرانق از سال‌های آماری ۵۰-۴۹ الی ۷۵-۷۴ استفاده شده است.

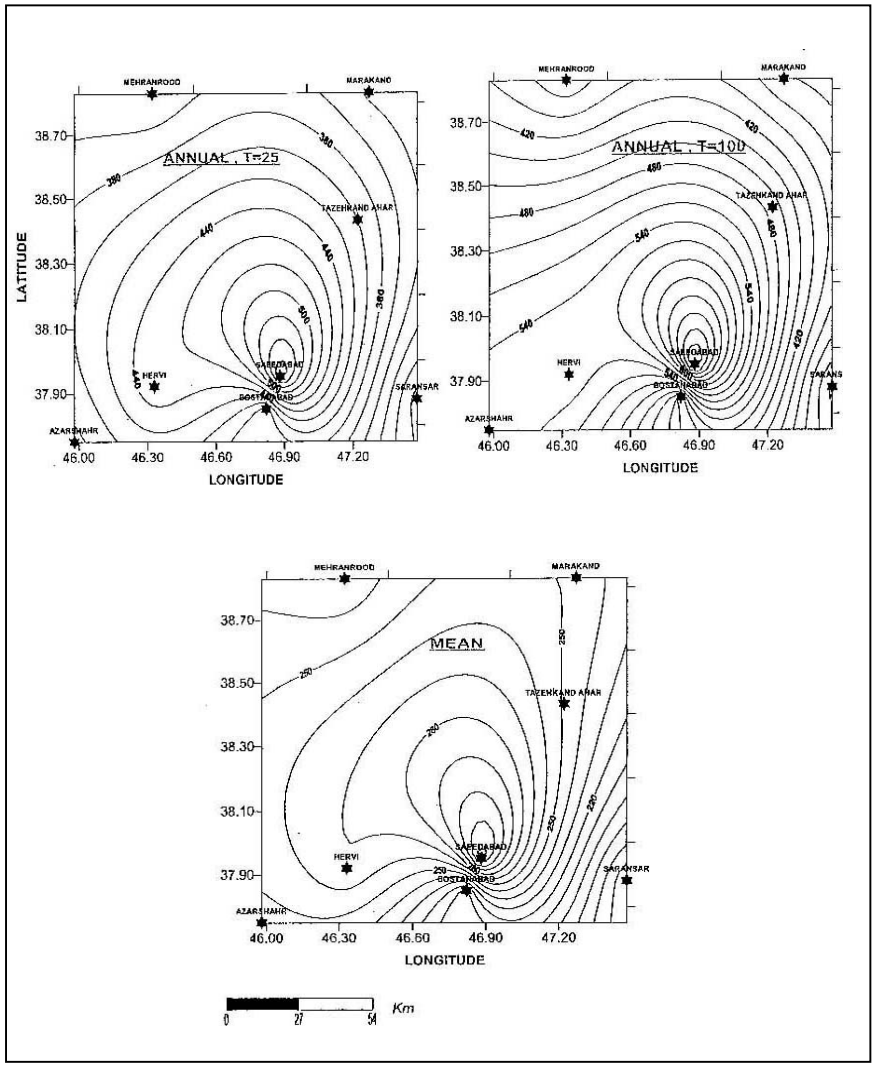
در شکل ۴-۲ ضریب جریان فصلی و سالانه‌ی حوضه‌ی سعیدآباد چای ایرانق نشان داده شده است. همان‌طوری‌که در این شکل مشهود است ضریب جریان در پریود سالانه دارای نوسان کمتری نسبت به ضرایب جریان در پریودهای فصلی می‌باشد، زیرا که در یک دوره‌ی طولانی حجم کل آب‌های جاری در حوضه با تفاضل حجم کل آب باران و حجم کل آب تبخیر شده برابری می‌کند. ولی در دوره‌های کوتاه مدت رواناب به پوشش گیاهی، زمین‌شناسی، خاک و وضعیت توپوگرافیکی حوضه بستگی خواهد داشت. به‌طور کلی عواملی از قبیل میزان بارش، خصوصیات حوضه، اقلیم و انباشت ذخیره بر روی رواناب (جریان حاصل از حوضه) تأثیر خواهند گذاشت. ضریب جریان سالانه در طول دوره‌ی آماری مورد مطالعه، حداقل ۰/۱ و حداکثر ۰/۷ می‌باشد. متوسط ضریب جریان سالانه ۰/۳۱۳ به‌دست آمده است.



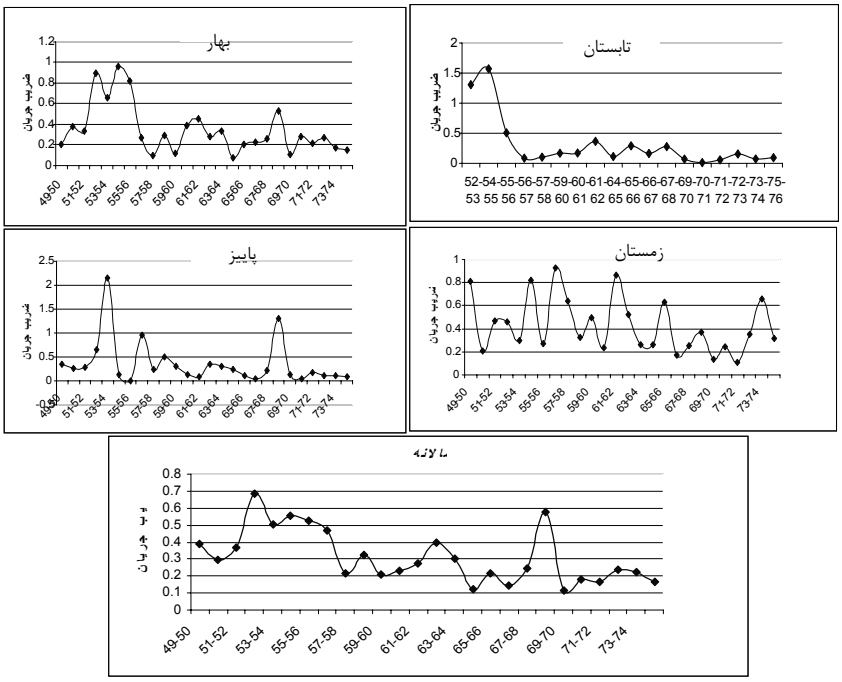
شکل ۲-۱ : خطوط همباران فصول بهار و تابستان منطقه سعیدآباد بر حسب میلیمتر
(متوسط، با دوره برگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال)



شکل ۲-۲ : خطوط همباران فصول پاییز و زمستان منطقه سعیدآباد بر حسب میلیمتر (متوسط، با دوره برگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال)



شکل ۳-۲ : خطوط همباران سالانه منطقه سعیدآباد بر حسب میلیمتر
(متوسط، با دوره برگشت ۲۵ و ۱۰۰ سال)



شکل ۴-۲ : نمودار ضریب جریان سالانه و فصلی حوضه آبریز سعیدآباد چای ایرانق

جدول ۱-۲ : حجم رواناب محاسباتی تا دوره برگشت ۱۰۰ سال برای حوضه سعیدآباد ایرانق بر حسب میلیون متر مکعب

احتمال وقوع بر حسب مور	دوره برگشت	بهار	تابستان	پاییز	زمستان	سالانه
50	2	3.93489	0.36315	1.80143	4.46116	11.32594
20	5	6.19702	0.96323	2.7731	5.47544	14.15357
10	10	8.05609	1.54495	3.27612	6.00615	15.85611
6.66667	15	9.22897	1.93866	3.52068	6.27093	16.76598
5	20	10.10373	2.24268	3.67774	6.4443	17.38416
4	25	10.80789	2.4929	3.7916	6.57192	17.85069
3.33333	30	11.40044	2.70684	3.88001	6.67227	18.22449
2.85714	35	11.91381	2.89446	3.95178	6.75462	18.53583
2.5	40	12.36786	3.06204	4.0119	6.82424	18.8023
2.22222	45	12.77567	3.21379	4.06343	6.88441	19.03502
2	50	13.14637	3.35267	4.10839	6.9373	19.24145
1.81818	55	13.48657	3.48089	4.14818	6.98442	19.42684
1.66667	60	13.8012	3.60009	4.1838	7.02686	19.595
1.53846	65	14.0941	3.71157	4.21599	7.06544	19.74882
1.42857	70	14.36826	3.81635	4.24531	7.10076	19.89051
1.33333	75	14.6261	3.91526	4.2722	7.13332	20.02181
1.25	80	14.86957	4.00897	4.29702	7.16351	20.14413
1.17647	85	15.10029	4.09806	4.32003	7.19162	20.25858
1.11111	90	15.31963	4.183	4.34147	7.21792	20.36611
1.05263	95	15.52872	4.26418	4.36153	7.24262	20.46749
1	100	15.72856	4.34197	4.38036	7.2659	20.56338

کمترین ضریب جریان مربوط به فصل تابستان است که معادل با ۰/۳۱ است. البته مقدار ضریب جریان متوسط محاسبه شده برای این فصل بدون احتساب دو مورد (سال‌های آماری ۵۳-۵۲ و ۵۵-۵۴)، که اختلاف فاحشی در میزان رواناب با سایر سال‌های آماری دارند، برابر ۰/۱۶ است. بالاترین ضریب جریان مربوط به فصل زمستان با متوسطی حدود ۰/۴۲۷ می‌باشد و متوسط ضریب جریان محاسبه شده برای فصول بهار و پاییز به ترتیب ۰/۳۴۷ و ۰/۳۵۵ است. بالا بودن ضریب جریان در فصل زمستان نسبت به سایر فصول در حوضه سعیدآباد ایرانق را می‌توان وجود بارش به‌صورت برف علاوه بر بارش به شکل باران ذکر نمود و همچنین در فصل زمستان به‌دلیل پایین‌تر بودن دما از شدّت نفوذ بارش نیز کاسته می‌شود. این امر نیز می‌تواند دلیل دیگری در زیاد بودن رواناب در این فصل باشد.

با استفاده از روش‌های توزیع احتمالاتی حجم رواناب‌ها تا دوره‌ی برگشت ۲۰۰ سال محاسبه گردیده و در جدول۱-۲ ارایه شده است. در این محاسبات از توزیع احتمالاتی نرمال، لاگ نرمال، *(موحد دانش، ۱۳۶۶: ۲۷۴-۲۶۹)* جذر و کعب نرمال، پیرسون نوع سوم، لاگ پیرسون نوع سوم، جذر و کعب پیرسون و... *(chow,1988:180-250)* استفاده گردیده و بر اساس روش حداقل مربعات برای هر پریود زمانی بهترین توزیع احتمالاتی انتخاب شده است. محاسبات در جدول۱-۲ تا دوره برگشت ۱۰۰ سال نشان داده شده است. بر اساس ستاده‌های حاصل می‌توان نتیجه گرفت که فصل بهار نسبت به فصول دیگر سال، با یک دوره‌ی برگشت *(علیزاده، ۱۳۷۸: ۴۸۵-۴۸۰)* مشخص، دارای رواناب بیشتری می‌باشد و تقریباً نزدیک رواناب محاسباتی دوره‌ی سالانه است. کمترین میزان رواناب مربوط به فصل تابستان می‌باشد.

نتایج و بحث

به منظور مطالعه‌ی بارش ـ رواناب حوضه سعیدآباد چای با عنایت به این‌که این حوضه از دو زیر حوضه‌ی سعید آباد ایرانق وکندول‌چای تشکیل شده است، که با در نظر گرفتن وسعت نسبتاً زیاد زیرحوضه‌ی سعیدآباد ایرانق و نیز قرار گرفتن ایستگاه هیدرومتری در قسمت انتهایی این زیرحوضه از چندین مدل جهت یافتن رابطه‌ی بارش ـ رواناب فصلی و سالانه برای زیر حوضه‌ی سعیدآباد ایرانق استفاده شد و نتایج حاصله در شکل ۱-۳ ارایه گردیده است .

بر اساس بهترین برازش، نتایج زیر برای دوره‌های زمانی مختلف حاصل شده‌اند:

۱- مدل انتخاب‌شده برای دوره‌ی سالانه حوضه،مدل چندجمله‌ای درجه سوم به فرم زیر می‌باشد :

معادله‌ی شماره‌ی (۷)

$$Run_{annual}= 117.6-0.123\ Rain_{annual} + (5\times10^{-5})\ Rain^2_{annual} + (8\times10^{-8})\ Rain^3_{annual}\ldots..\ R= .921$$

در این مطالعه منظور نمودن بارش سال‌های قبل در مدل سری‌های زمانی منجر به نتایج مطلوبی نمی‌شود، این مطلب مشخص می‌کند که بارش سال‌های قبل در رواناب تاثیری ندارند.

۲- برای فصل بهار نیز بهترین مدل، به دو صورت ارایه می‌گردد:

مدل چند جمله‌ای درجه‌ی سوم (بدون احتساب بارش فصل زمستان):

معادله‌ی شماره (۸)

$$Run_{Spring} = 15.2+0.344\ Rain_{Spring} - 0.0015\ Rain^2_{Spring} + (1.7\times10^{-6})\ Rain^3_{Spring}\ldots..R= .91$$

میزان رواناب در این فصل نسبت به فصول دیگر بیشتر بوده و شکل منحنی نیز شبیه رواناب سالانه می‌باشد، لذا بیشترین رواناب سالانه را فصل بهار شامل می‌شود در این فصل با منظور نمودن بارش فصول قبل در مدل سری زمانی نتایج مطلوبی حاصل گردید، لذا می‌توان نتیجه گرفت که رواناب در بهار مستقل از بارش فصل قبل نمی‌باشد، لذا مدل زیر که بهتر از مدل (۸) برازش دارد، ارایه می‌گردد :

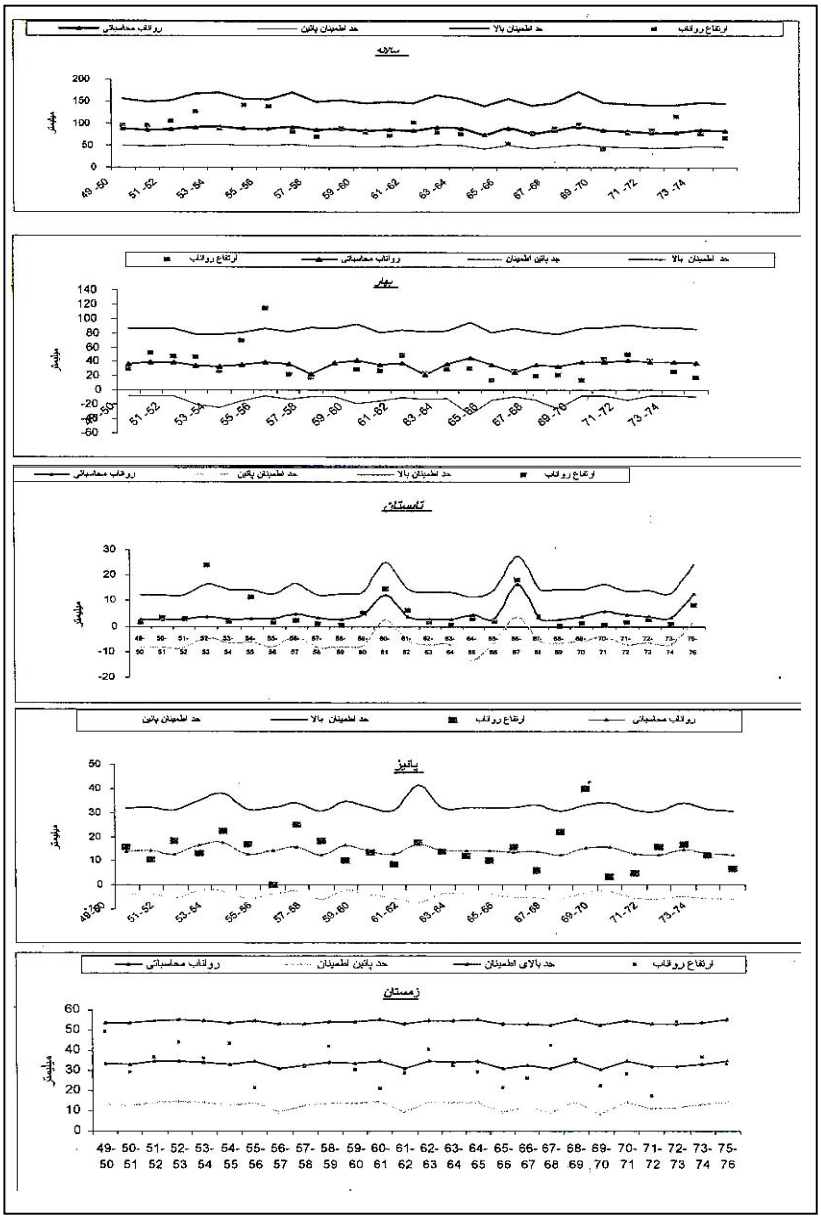
معادله‌ی شماره (۹)

$$Run_{Spring} = Rain_{Spring}^{0.60007} + Rain_{winter}^{0.61199}\ldots..R= .931\ldots..$$

۳- نتایج حاصله نشان می‌دهد که بارش فصل بهار در رواناب فصل تابستان تأثیر داشته و بهترین برازش نیز مربوط به سری زمانی زیر می‌باشد:

معادله‌ی شماره (۱۰)

$$Run_{summer} = 4.908+0.12\ Rain_{summer} - (2.16\times10^{-2})Rain_{spring}\ldots.\ R= 955$$



شکل ۱-۳ : مقایسه مقادیر رواناب مشاهداتی با رواناب محاسباتی حاصل از مدل‌های ارائه شده در فصول مختلف برای منطقه سعیدآباد چای

مدل کومپاند با رابطه‌ی زیر که همتراز مدل (۱۰) برای محاسبه‌ی رواناب فصل تابستان تشخیص داده شده است، به‌صورت زیر ارایه می‌گردد:

معادله‌ی شماره‌ی (۱۱)

$$Run_{summer} = 1.51106+1.0223^{Rain_{summer}} \text{ ..... } R= .953\text{.....}$$

۴- رواناب و بارش فصل پاییز نیز با انواع مدل‌ها مورد بررسی قرار گرفته است، بر اساس نتایج حاصله از برازش منحنی‌های مختلف به‌دست آمده از انواع مدل‌ها، مدل چند جمله‌ای درجه دوم برای رواناب فصل پاییز به‌صورت زیر انتخاب شده است:

معادله‌ی شماره‌ی (۱۲)

$$Run_{Autumn} = 17.6-0.095\ Rain_{Autumn} + (4 \times 10^{-4})\ Rain^2_{Autumn} \text{ ……..} R= .899 \text{ ……}$$

در فصل پاییز نیز با بررسی‌های به عمل آمده، روشن می‌شود که بارش فصل تابستان تأثیری در رواناب این فصل ندارد.

۵- در زمستان با بررسی نتایج حاصل از برازش نمودارهای به دست آمده، مدل چند جمله‌ای درجه‌ی دوم زیر برای محاسبه رواناب این فصل بدون احتساب بارش فصل قبل به دست آمده است :

معادله‌ی شماره‌ی (۱۳)

$$Run_{winter} = 26.523+0.169\ Rain_{winter} - (9 \times 10^{-4})\ Rain^2_{winter} \text{ .....} R=.881$$

منابع و مآخذ

۱- ابریشمی، حمید. (۱۳۷۴). *«کاربرد تحلیل رگرسیونی»*. تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

۲- رضایی‌مقدم، محمدحسین. (۱۳۷۰). *«تحقیق در تحول ژئومورفولوژی دامنه شمالی توده آتشفشانی سهند، دره سعیدآباد چای»*، رساله کارشناسی ارشد گروه جغرافیا طبیعی دانشگاه تبریز.

۳- علیزاده، امین. (۱۳۷۸). *« اصول هیدرولوژی کاربردی»*. مشهد: انتشارات آستان قدس بنیاد فرهنگی رضوی.

۴- کاویانی، محمدرضا.(۱۳۶۷). *«تحلیل آماری از رژیم بارندگی ایران»*. رشد آموزش جغرافیا. شماره‌ی ۱۳.

۵- مقدم، محمد؛ سیدابوالقاسم محمدی و مصطفی آقایی.(۱۳۷۳). *«آشنایی با روش‌های آماری چند متغیره»*. تبریز: نشر پیشتاز علم.

۶- موحددانش، علی اصغر. (۱۳۶۶). *«مقدمه‌ای بر هیدرولوژی»*. ج اول. انتشارات عمیدی.

۷- موحددانش،علی‌اصغر.(۱۳۷۳).*«هیدرولوژی آب‌های سطحی ایران»*.تهران:انتشارات سمت.
۸- هومن، حیدرعلی. (۱۳۸۰). *«تحلیل داده‌های چند متغیری در پژوهش رفتاری»*. تهران: نشر پارسا.
9- Chiew, F. H. S and Stewardson ,M. J and Mcmahan, T. A. (1993). "Comparison of six rainfall - runoff modeling approaches." J. Hydrology, 147: 1-36
10- Chow, V. T, Maidment, D. R and Mays, L. W.(1988). "Applied Hydrology", McGraw –Hill Book Company. New York.
11- Domroes, M. and Ranatung, E. (1993). "A statistical aproach toward a regionalization of daily rainfall in Sri Lanka. Intrr." J. Climatol. 13. 741.
12- Khani soltanahmadi.(1997).J.Hydrological analysis and evaluation of HEC-1 model of the shahrchai cathment in west Azarbayjan Province Iran. Institute for aerospace survey and earth sciences (ITC). Enschede the Netherlands.
13- Maidment, D.R. (1992). Handbook of Hydrology. Mc Craw-Hill. INC Newyork.
14- Morel Seytox.(1990). Hurbert.J. Introduction to overland flow theory.Dept of Civil Eng .Colorado state university. Fort Collins. CO.
15- Odai, S. N. (1999). "Nonlinear kinematic -Wave model for predicting open channel flow rate." J of Hydraulic Engineering. 125(8)886-889.
16- Olivera,F. and D.R.Maidment. (1996). "Runoff computation using spatially distributed trrain parameters." Proceeding of the ASCE . North American Water and Environment Congress 96 (NAWEC 96).Anaheim. California . June22-28.
17- Ponce,V.M.(1989). Engineering Hydrology.Principle and Practice .Hall.
18- Pilgrim, D.H. V.(1978). "Isochrones of travel time and distribution of flood storage from a tracer study on a small watershed." Water Resour. Res. 13(3):587-595.
19- Saghafian. B.(1998)."Revised Time-Area, Rainfall-Runoff Technique for Distributed Watresheds." Conference on Hydrology in a Changing Environment. Exter. UK. 3:57-66.
20- Sorooshian, S. and Gupta, V. K. (1985)."The analysis of structural identifiability: Theory and application to conceptual rainfall - runoff models." Water resources Research ,21(4).
21- Singh, V.P. and Woolhiser, D.A. (1975). "A nonlinear kinematic wave model for watershed surface runoff." J of Hydrology. l31: 221-243 .