مطالعه بارندگی سالانه ورابطه آن با مدول در حوزه آبریز کرج

نوشتـــــه :

علی ولی خوجینی استادیار گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران
محمدعلی نژادهاشمی استادیار گروه آبیاری و آبادانی دانشگاه تهران

چکیده:

دراین بررسی جهت شناخت بارندگی سالانه و رابطه آن بامدول در حوزه آبریز کرج ابتدا سعی شدپس از همگن کردن مشاهدات رابطه ای بین تغییرات بارندگی باارتفاع بدست آید. باشناسائی منحنی هیپسومتریک و منحنی تغییرات بارندگی باارتفاع، مقدار بارندگی حوزه آبریز محاسبه گردیده سپس رابطه بین بارندگی سالانه و مدول براساس همبستگی انجام شده مورد بررسی و تجربه وتحلیل قرار گرفت. خط رگرسیون و مقادیر مختلف احتمال مربوط به انحراف ارائـــه گردیده است. مشاهدات نشان می‌دهد که مقدار بده می‌تواند برای یک ارتفاع بارندگی مربوط بیک سال معین متغیـــر باشد و بهمین دلیل است که نقاط تجربی روی منحنی (۴) دارای پراکندگی می‌باشد.

۱ ــ پیشگفتار

در طرحهای آبی نیازبه شناخت دقیق پارامترهای هیدرولوژی می‌باشد. بعضی از این پارامترهابستگی به تعیین حجم آبی داردکه برای آن طرح پی‌ریزی می‌گردد.

معمولا "اطلاعات مربوط به بارندگی درازمدت ترازمشاهدات مربوط به بده رودخانه‌است. بنابراین همبستگی‌های انجام شده بین بارندگی‌وبده آب تااندازه ای‌میتوانداطلاعات‌مربوط به حجم جریان آب را جهت برنامه‌ریزی درطرحهای آبی فراهم نماید.

در این مطالعه بمنظور بدست آوردن میانگین صحیح ترازبارندگی سالانه حوزه آبریز، سعی گردید تا بارندگـی ایستگاههای مختلف که مدت مشاهده در آنها متفاوت بود همگن شود. اینکار با استفاده از آمار بارندگی ایستگاههائـی که مدت اندازه گیری در آن طولانی بود صورت گرفت سپس کوشش بعمل آمد تا رابطه ای بین تغییرات بارندگی باارتفاع بدست آید. و بالاخره، با توجه به همبستگی انجام شده بین متوسط بارندگی سالانه حوزه آبریزومدول آن (بده متوسـط سالانه)، امکان بررسی رابطه بین آندو فراهم شد.

۲ ــ تعیین مقدار متوسط بارندگی سالانه

۲ ــ ۱ ــ روش مطالعه

مقدار متوسط بارندگی ($\bar{P}$) روی سطح (S) در یک زمان معین از رابطه زیر بدست میآید:

$$\bar{P} = \frac{1}{S} \iint_{(S)} P \, dx \, dy$$

که‌در آن P مقدار باران نقطه (x,y)در زمان معین می‌باشد. برای اینکار در عمل از چند بارانسج که بطور پراکنده در حوزه آبریز مستقر شده باشد استفاده می‌گردد.

باشناسائی منحنی هیپسومتریک حوزه آبریز (تغییرات مساحت با ارتفاع) و منحنی تغییرات بارندگی با ارتفـاع یعنی $P=f(Z)$، می‌توان مقدارباران حوزه آبریزرا بطور دقیق تری بدست آورد. باین ترتیب روی منحنی هیپسومتریک سطوح نوارهای $S_1, S_2 \ldots\ldots S_n$ را که بترتیب بین ارتفاعات $Ho, H_1 \ldots H_n$ قرار گرفته است درنظرمیگیریم و ارتفاع متوسط مربوط به هر یک از نوارهای مربوطرا $Z_1, Z_2 \ldots Z_n$ تعیین میکنیم. مقدار باران مربوط به هر یک از این ارتفاعات با استفاده از منحنی $P=f(Z)$ بدست میآید:

$P_1, P_2 \ldots\ldots\ldots P_n$

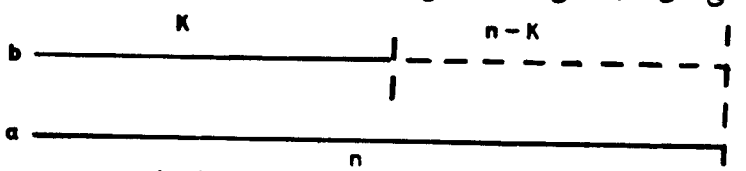
مقدار کل بارندگی در مجموعه حوزه آبریز برابر $S_n P_n \ldots S_2 P_2, S_1 P_1$ خواهد بود وبالاخره مقدار متوسط بارندگی از رابطه زیر نتیجه می‌شود :

$$\bar{P} = \frac{S_1 P_1 + S_2 P_2 \ldots\ldots S_n P_n}{S}$$

از آنجا که دوره مشاهده در کلیه ایستگاههای بارانسنجی حوزه آبریز یکسان نبود ، لذا در مرحله اول کوشش بعمل آمد تا داده های بارانسج ها همگن شود .

۲ ــ ۲ــهمگن نمودن باران‌های سالانه

این روش براساس همبستگی متکی است . در اینجا منظور همگن نمودن بارندگی ایستگاههای مختلف و در نتیجه تعیین مقدار متوسط آن برای حوزه آبریزمی‌باشد . دومتغیر a و b (بارندگی سالانه دو ایستگاه) را در نظر میگیریم . برای a وb بطور مشترک K سال مشاهده و برای a تعدادn سال آمار در اختیار داریم . اصلاح پارامترهای b با متغیر a در صورتی که همبستگی بین آنها کافی بوده وتوزیع بارندگی سالانه نرمال باشد ممکن است .



مقداربارندگی هر سال ایستگاه اصلاحی از رابطه زیر بدست میآید :

$$b_a = \bar{b}_k + r_k \frac{sbk}{sab} (a - \bar{a}k)$$

مقدار متوسط بارندگی بین سالها از رابطه زیر نتیجه می‌شود :

$$\bar{b}_n = \bar{b}_k - r_k \frac{sbk}{sak} (\bar{a}_k - \bar{a}_n)$$

که در آن :

b_a مقداربارندگی سالانه ایستگاه اصلاحی مربوط به a (بارندگی سالانه‌در ایستگاه مبنا) ،

$\bar{b}_k$ میانگین b در k سال مشاهده ،

r_k ضریب همبستگی بین a و b برای k سال مشاهده مشترک ،

sbk انحراف معیار برآورد شده متغیر bبرای k سال ،

sak انحراف معیار برآورد شده متغیر aبرای k سال ،

$\bar{a}_k$ میانگین a برای k سال مشترک ،

$\bar{a}_n$ میانگین a در nسال مشاهده ،

$\bar{b}_n$ برآورد میانگین جدید در ایستگاه اصلاحی با استفاده از ایستگاه مبنا .

در این مطالعه ایستگاه محل سدبا ۱۸ سال آمار بعنوان ایستگاه مبنا انتخاب شد و سایر ایستگاههای کوتاه مدت مورد استفاده (ایستگاههای : مورو ، کلوان ، سیاه کرک ، گرمابدر و امامه لارک) نسبت بآن اصلاح گردید .

۲ ــ ۳ ــ منحنی هیپسومتریک یا (منحنی رابطه مساحت با ارتفاع)

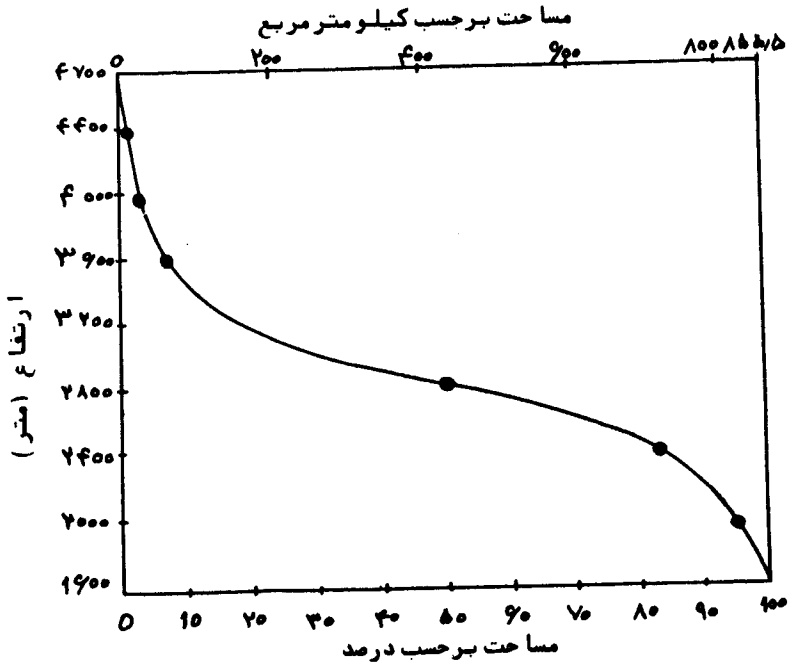
این منحنی (شکل ۱) توزیع مساحت رابین ارتفاعات مختلف حوزه آبریز کرج که ازروی نقشه‌توپوگرافیک تعیین شده نشان میدهد .

۲ ــ ۴ ــ رابطه مقدار بارندگی با ارتفاع

بطورکلی تغییرات بارندگی با ارتفاع تابع عوامل متعددی نظیر جهت حرکت سیستم های باران زا ، وضع قرار گرفتن دامنه ها ،توپوگرافی منطقه و دوره های اقلیمی می‌باشد . برای‌محاسبه افزایش مقدار بارندگی با ارتفاع ، فرمولهای مختلفی پیشنهاد شده است . این فرمولها عمومیت ندارد ودر مناطق مختلف تحت تاثیر عواملی نظیر وضع قرار گرفتن

دامنه، دوری و نزدیکی از دریا وغیره متفاوت است.

بمنظورتعیین این رابطه مقداربارندگیهای همگن شده ایستگاههای مختلف را روی محورعرض ها وارتفاع مربوط به ایستگاههای بارانسنجی را روی محور طول ها می‌بریم. از نقاط بدست آمده منحنی P =f(Z) را رسم می‌کنیم،شکل (۲).

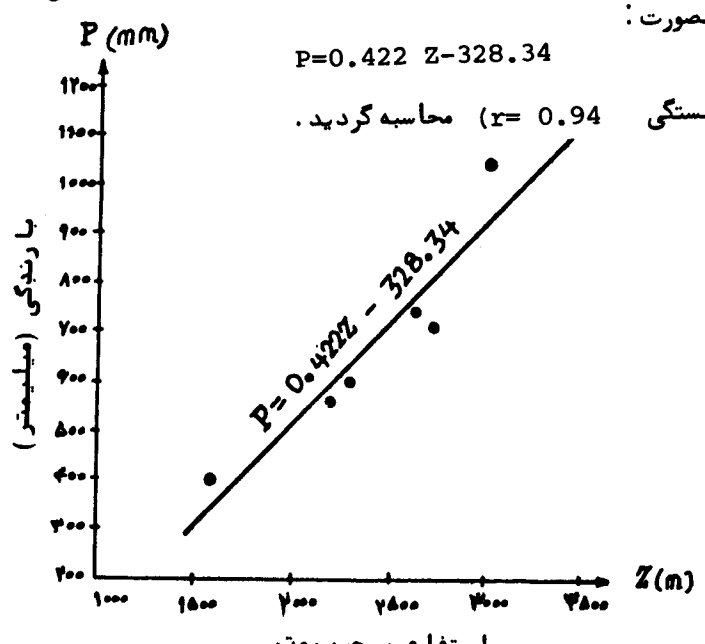


شکل (۱) منحنی رابطه مساحت با ارتفاع حوزه آبریز کرج تا محل سد

اگرچه امکان رسم دقیق این منحنی برای ارتفاعات بالابعلت نداشتن ایستگاه کافی وجود نداشت ولی سعی گردید از داده های ایستگاههای حوزه های مجاور استفاده شود. رابطه "بارندگی ارتفاع" حوزه آبریز کرج با استفاده از روش حداقل مربعات بصورت:

P=0.422 Z-328.34

(با ضریب همبستگی r= 0.94) محاسبه گردید.



شکل (۲) ــ رابطه بارندگی با ارتفاع در حوزه آبریز کرج

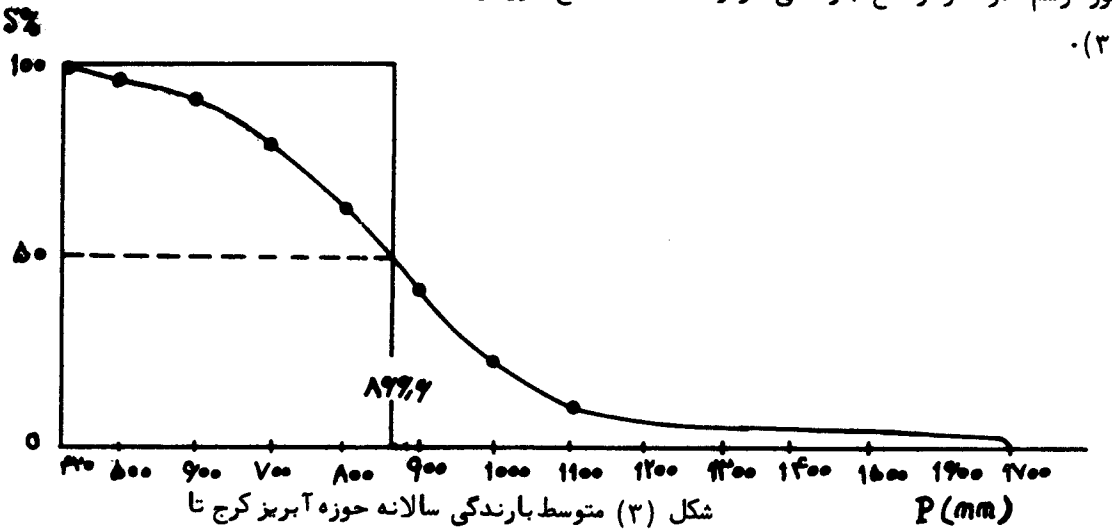
ایستگاههای بارانسنجی مورد استفاده در تعیین این رابطه عبارت بود از:

۱ ــ ایستگاه محل سد (در ارتفاع ۱۵۸۸ متر)
۲ ــ متوسط بارندگی ایستگاههای آساراوشهرستانک با ارتفاع ۲۲۰۰ متر
۳ ــ ایستگاه نساء در ارتفاع ۲۳۰۰ متر
۴ ــ متوسط بارندگی ایستاههای مورو، کلوان وسیاه کرک برای ارتفاع ۲۶۲۰ متر
۵ ــ ایستگاه گرمابدر (خارج از حوزه آبریز) با ارتفاع ۲۷۰۰ متر
۶ ــ ایستگاه امامه لارک (خارج از حوزه آبریز) در ارتفاع ۳۰۰۰ متر

این رابطه با استفاده از آمار موجود که در انتخاب آن کیفیت و کمیت داده ها مورد توجه بوده است منحصرا" برای حوزه آبریز کرج تعیین گردید، لذا کاربرد آن در خارج از این حوزه توصیه نمی‌شود.

۲ ــ ۵ ــ متوسط بارندگی سالانه

با استفاده ازمنحنی شکل (۲) یا رابطه بدست آمده $P=f(Z)$ و براساس روش موردمطالعه، مقدار بارندگی سالانه برای سطوح مختلف نوارهای حوزه آبریز تعیین گردید. برای اینکار تغییرات بارندگی رابرحسب درصد مساحت حوزه رسم نموده و ارتفاع بارندگی مربوط به ۵۰% سطح حوزه را بعنوان میانگین بارندگی سالانه انتخاب میکنیم، شکل (۳).



شکل (۳) متوسط بارندگی سالانه حوزه آبریز کرج تا ایستگاه سیرا (۵۴ ــ ۱۳۲۶)

نتایج عددی بدست آمده همراه با بده متوسط سالانه رودخانه در ایستگاه سیرا در منحنی شکل (۴) برده شده است.

۳ ــ بررسی همبستگی مقدار بارندگی سالانه حوزه آبریز ومدول

۳ ــ ۱ ــ روش بررسی

این روش براساس همبستگی بده های سالانه Qرودخانه کرج در ایستگاه سیرا و مقدار بارندگی (P) سالانه حوزه آن در ایستگاه مربوطه در مدت Nسال متکی است:

$$P_1 , P_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots P_N$$

$$Q_1 , Q_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots Q_N$$

$$P_o = \frac{\Sigma^N (P)}{N} = 866,6^{mm} \quad \text{و} \quad Q_o = \frac{\Sigma^N (Q)}{N} = 515^{mm}$$

با تعیین میانگین این اعداد اندیس بارندگی $p = \frac{P}{P_o}$ واندیس آبی $q = \frac{Q}{Q_o}$ را برای هر سال حساب می‌کنیم:

$$p_1 , p \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots p_N$$
$$q_1 , q_2^2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots q_N$$

سپس انحرافات را نسبت به میانگین آنها یعنی واحد در نظر میگیریم : $y = q-1$ و $x = p-1$ بنابراین دو سری ارقام بدست میآید :

$$x_1 , x_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots x_N$$
$$y_1 , y_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots y_N$$

ضریب زاویه α ، ضریب همبستگی R و خط رگرسیون $y=\alpha x$ را معلوم میکنیم :

$$\alpha = \frac{\Sigma (xy)}{\Sigma (x^2)} = o.698$$

$$R = \frac{(xy)}{\sqrt{\Sigma (x^2) \cdot \Sigma (y^2)}} = o.905$$

$y = 0.698x$

بهمین نحو میتوان α را با قرار دادن مقادیر معادل x و y حساب کرد :

$$\frac{Q - Q_o}{Q_o} = \alpha \frac{P - P_o}{P_o}$$

وبالاخره میتوان نوشت :

$$Q = AP + B$$

که در آن :

$$A = \alpha \frac{Q_o}{P_o} = o.415$$
$$B = (1 - \alpha) Qo = 155.6$$

باین ترتیب تجربه نشان میدهدکه رابطه تابعی ،بین بده Q و P به معنای ریاضی وجودندارد . برای هرمقدار P چند Q خواهیم داشت و برعکس P و Q متغیرهای تصادفی هستندوبایک احتمال منتسب حدوداعتمادی را پیدا میکنند . مقدار متوسط ضریب جریان حوزه آبریز ، $C=o.594$ بدست میآید .

۳ ـ ۲ ـ نمایش خط رگرسیون

رابطه $y = \alpha x$ درمختصات قائم Ox و Oy بصورت خط راست AB درمیآید شکل (۴) . بطوریکه مشاهده میشود نقاط تجربی که روی همین مختصات برده شده عموما" درست روی خط AB قرار نمیگیرد بلکه در اطراف و نزدیک به آن واقع میشود . به هرنقطه تجربی مثل M روی خط AB نقطه M' مربوط میشودکه دارای همان طول با عرض متفاوتی میباشد .

$$e = y - \acute{y} = y - \alpha x$$

e انحراف نقاط تجربی از خط راست AB میباشد و آنرا میتوان برای کلیه نقاط حساب کرد .

$$e_1 , e_2 \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots e_n$$

گرچه روشهای متعارف آماری نشان میدهدکه این انحرافات از قانون نرمال پیروی میکند ولی باید توجه داشت که این قضاوت بدلیل کافی نبودن تعداد نمونه تقریبی است . بهرحال با قبول نرمال بودن توزیع (e) داریم :

$$\lambda = \sqrt{\frac{\Sigma (e)^2}{N}} = o.134$$

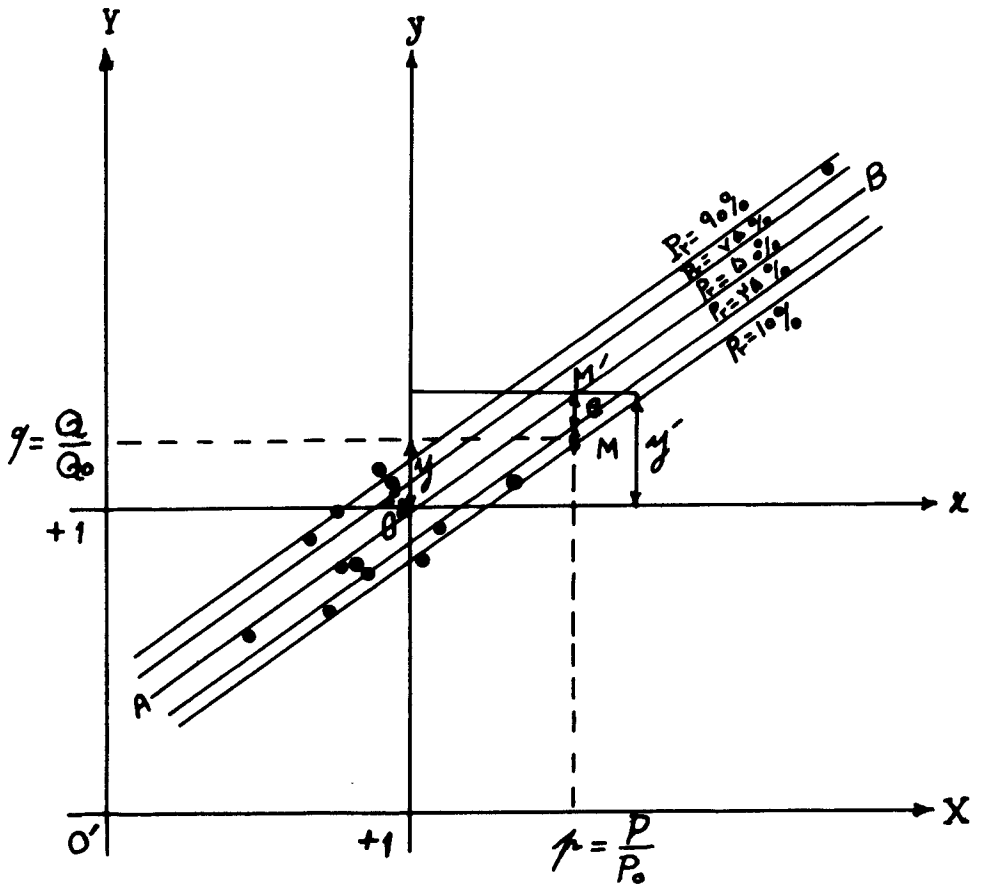
$K\lambda = 0.707$ (K ضریب همگرائی منحنی نرمال مربوط به انحراف e میباشد) به هر مقدار انحراف e یک مقدار کاملا" معین t (متغیر استاندارد شده) منحنی نرمال مربوط میشود بطوریکه :

$$e = \frac{t}{K} = \frac{t}{5.26}$$

بالاخره مقدار واقعی y برابر است :

$$y = y' + e = \alpha x + \frac{t}{k}$$

عبارت تصادفی $\frac{t}{k}$ درجه تقریبی فرمول را مشخص می‌نماید .



شکل (۴) نمایش خط رگرسیون

در واقع بامراجعه به جدول نرمال ، مقدار t ، احتمالی را که برانحراف e نسبت داده می‌شود معلوم می‌کنـد . بطور خیلی ساده بازاء مقادیر مختلف t مربوط به احتمال P_r می‌توان خطوط موازی AB را در طرفین آن رسم کرد .

بعنوان مثال در شکل (۴) احتمال مربوط به ۱۰٪ ، ۲۵٪ ، ۵۰٪ ، ۷۵٪ و ۹۰٪ نشان داده شده است .

۴ ــ بحث و نتیجه گیری

در بعضی حالات ، برای محاسبه مقادیربده‌روی اندازه ارتفاع بارندگی مربوط به همان دوره از روشهای همبستگی موجود بین بارندگی وجریان استفاده می‌شود این همبستگی در خیلی از مواقع چندان دقیق نیست . چه مشاهدات نشان میدهد که مقداربده میتواند برای یک ارتفاع بارندگی مربوط بیک سال معین متغیرباشد دلیل این امرپراکنده بودن نقاط تجربی روی منحنی شکل (۴) می‌باشد . بعبارت بهتر بارندگی تنها پارامتری نیست که مدول را مشخص می‌کند بلکه سایر عوامل هم مانند درجه حرارت ، مقدار رطوبت موجود در خاک که خودناشی از تاثیرتوزیع بارندگی برحسب زمان و مکان است دخالت دارد . نقش درجه حرارت مهم است واثر توزیع بارندگی روی مدول کمتر از اثر توزیع زمانی آن می‌باشد .

برای آنکه بتوان برآورد دقیق تری ازبارندگی سالانه حوزه آبریز کرج بدست آورد ، ایجاد ایستگاههای باران سنج کافی در ارتفاعات بالاتر از ۲۵۰۰ متر که درصد عمده مساحت حوزه در آنجا قرار گرفته لازم می‌باشد .

در این مطالعه بمنظور استفاده حداکثر از اطلاعات موجود، در تجزیه وتحلیل داده ها براساس روشهای آماری کوشش بعمل آمد. اما باید توجه نمود که موشکافی و تجزیه و تحلیل روابط بدست آمده مستلزم اندازه گیری بیشتری از بده، بویژه بارندگی برحسب زمان و مکان می‌باشد.

فهرست منـــابـــــع

[1]- CHOW VEN TE, Editor in chief, "Handbook of Applied Hydrology", McGRAW-Hill Book Company, 1964.

[2]- RÉMÉNIÉRAS G., "L'Hydrologie de l'ingénieur" Eyrolles, 1965.

[3]- ROCHE M., "Hydrologie de Surface ", Gauthier-Villars, éditeur, Paris,1963.

[4]- VARLET Henri, " Barrages - Réservoirs " Tome 1, Editions Eyrolles Paris, 1966.

[۵]- آمار هیدرولوژی وبارانسجی تا سال ۱۳۵۵ اداره کل آبهای سطحی - وزارت نیرو.

STUDY OF ANNUAL PRECIPITATION AND ITS RELATIONSHIP WITH MODULE IN KARAJ WATERSHED

By: A.V.Khodjeini* and M.A.Nejadhashemi*

Abstract

In Water resources projects knowledge of hydrological parameters is required. Some of these parameters depend on the volume of water designed for those projects.

In order to obtain a better yearly precipitation mean for Karaj watershed, an attempt is made to homogenize the records of the various rainfall stations, using stations having longer recording periods. Efforts are also made to determine the relationship between rainfall and altitude. As a result of knowing the hypsometeic curve and variation of rainfall with altitude the best value of watershed rainfall is computed. Finally considering the correlation between annual rainfall of the watershed and its module it is possible to study the relationship between the two. The regression line with different probablity values related to each deviation is also given.

To get a more precise estimate for the annual rainfall in Karaj watershed, the establishment of rainfall recording stations in high altitudes occupying a higher percentage of the area is necessary.

In this study, a great effort is made in the analysis of the available data according to the statistical methods. However, it should be emphasized that a more accarate analysis requires more measurements of runoff and especially rainfalls, in different times and locations.

---

* Assistant Professors of Irrigation and Reclamation Dept. College of Agriculture, University of Tehran.