

برآورد حداکثر بارش محتمل در حوضه آبخیز ماملو

دکتر زهرا حجازی زاده*

تهمینه صالحی پاک**

چکیده:

برای محاسبه^۱ PMP حوضه آبخیز ماملو، از آمار دبی حداکثر لحظه‌ای (دوره آماری ۱۳۲۴ تا ۱۳۷۲) و هم زمانی آن با آمار بارش بیشینه^۲ ۲۴ ساعته فراگیر (دوره آماری ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۶)، ۳ توفان در تاریخ‌های ۱۳/۲/۱۳۶۵، ۱۳۶۶/۵/۴، ۱۳۷۱/۲/۵، انتخاب شد. در تحلیل^۲ DAD حوضه، منحنی هم نسبت (نسبت رگبار به بارش نرمال سالیانه) هر توفان با نقشه هم باران نرمال سالیانه منطبق گردید و نقشه هم باران توفان تهیه شد. همچنین با تحلیل فراوانی سری داده‌های دراز مدت، حداکثر ۱۲ ساعته پایدار، دمای نقطه شبنم و تندی باد، برای دوره تناوب ۵۰ ساله حاصل شد و نیز با استفاده از آمار بیشینه^۲ ۱۲ ساعته پایدار دمای نقطه شبنم در روزهای توفانی، ضریب بیشینه توفان به دست آمد. با اعمال این ضریب در متوسط بارش حوضه، ۴۸،۷۲، ۲۴ PMP ساعته حوضه، به ترتیب معادل ۱۲۶/۶mm، ۱۸۳/۷mm و ۲۲۹/۶mm به دست آمد.

با بررسی و تفسیر نقشه‌های سینوپتیک سطح زمین، ۱۵۰ و ۵۰۰ هکتو پاسکال، سامانه‌های توفان‌زا شناسایی و حرکات آنها از دو روز، پیش از وقوع توفان تا زمانی که توفان تداوم داشت، بررسی شد.

*استادیار گروه جغرافیا دانشگاه تربیت معلم

** کارشناسی ارشد جغرافیا

^۱ Probable Maximum Precipitation .

^۲ Dureation Area Depht .

مقدمه

حداکثر بارش محتمل بیشترین ارتفاع بارندگی است که در دوره زمانی معین در یک حوضه به وقوع می پیوندد (W.M.O). بررسی در باره حداکثر بارش محتمل، جهت ارزیابی و برآورد حداکثر سیل محتمل برای طراحی هرگونه سازه هیدرولوژیکی شهری و غیرشهری ضروری است. پیش از طراحی هرگونه سازه‌ای از قبیل کانال‌های آبیاری و زه‌کشی، مسیرهای دفع و جمع‌آوری فاضلاب شهری، سدها، پل‌ها و... ضرورت دارد بارش‌های ناگهانی و یا حجم فراوان آب ناشی از ذوب برف که، زیان‌های جانی و خسارات مالی جبران ناپذیر در برخواهد داشت، ضرورت دارد.

با توجه به مطالب ذکر شده و افزایش روزافزون جمعیت انسانی، لزوم ذخیره و مدیریت منابع آب بیشتر احساس می‌شود؛ پرداختن به این امر نیاز به دانش، آگاهی و مهارت‌های هیدروکلیمایی دارد. لازمه و زیربنای پروژه‌های هیدرولیکی، آگاهی از زمان و میزان حداکثر بارش محتمل (PMP) است، که باید با توجه به عظمت طرح و طول عمر مفید مورد انتظار به برآورد حداکثر بارش محتمل اقدام کرد.

این نوع بررسی‌ها در کشور ما تازگی دارد. از طرفی، کمیته ملی سدسازی و به خصوص کمیته ملی سدهای بزرگ (icoid) تأکید کرده اند که ظرفیت سرریزها با توجه به حداکثر سیل محتمل (PMF) برآورده شود و براساس PMP سینوپتیکی کنترل و محاسبه گردد.

کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از سیل، یکی از اهداف اصلی دهه جهانی کاهش فاجعه طبیعی (IDNDR) است. این دهه از اول ژانویه ۱۹۹۰ شروع می شود. علی رغم اهمیتی که برآورد حداکثر بارش محتمل (PMP) دارد، در طراحی و بررسی بسیاری از پروژه‌های هیدرولیکی نادیده گرفته شده است.

هدف کلی این تحقیق، بررسی سینوپتیکی حداکثر بارش محتمل در حوضه سد ماملو (نقشه شماره ۱) است که در آن با استفاده از داده‌ها و دانش هواشناسی، هیدرولوژی و جغرافیا، الگویی ارائه شده است.

اهداف مرحله‌ای عبارتند از:

(الف) تهیه نقشه هم باران حوضه به کمک نقشه هم درصد و بارش طبیعی سالیانه؛

(ب) تهیه منحنی DAD؛

(ج) پیشینه کردن حداکثر ۱۲ ساعته پایدار دمای نقطه شبنم و سرعت باد؛

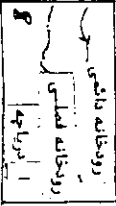
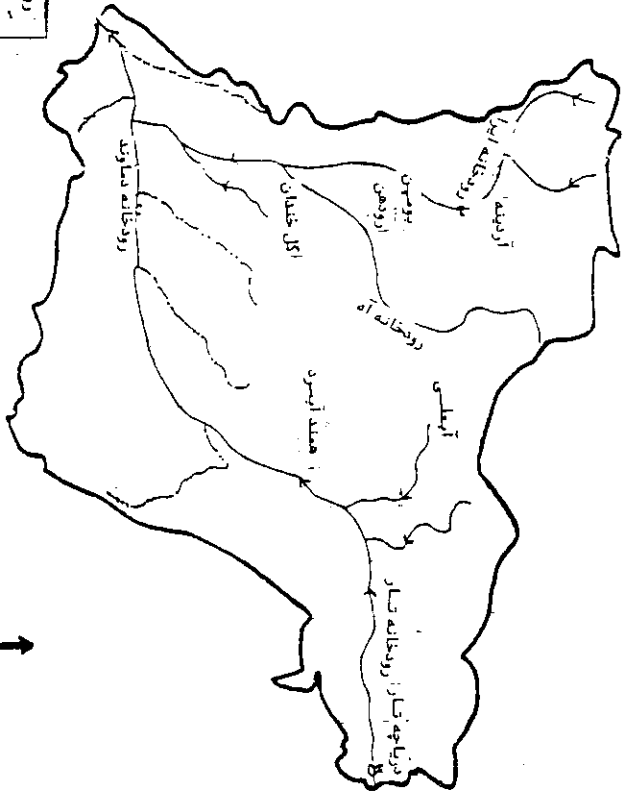
(د) محاسبه ضریب نهایی توفان؛

(ه) توجیه سینوپتیکی توفان.

پیشینه تحقیق

از تاریخ ۱۹۵۰ مفهوم PMP جایگزین مفهوم (MPP) شد. هاتاوی (۱۹۴۵) به این نتیجه رسید که با وجود اختلاف جغرافیایی ایستگاه های باران سنجی، روابط نسبتاً معقولی بین مقدار باران ساعتی با باران های کوتاه مدت (یک ساعته) در دوره‌های برگشت مختلف، برقرار شده است.

حوضه آبخیز سد مازو



نقشه شماره (۱)



مقیاس : ۲۵۰۰۰۰ : ۱

رشته سبز

رودخانه دائمی

رودخانه فصلی

۴

هرشفیلد (۱۹۶۲) نقشه‌ای از منحنی‌های هم نسبت باران متوسط یک ساعته در دوره‌های بازگشت مختلف تهیه کرد و با ارائه ضرایب تعدیلی که براساس سطح صورت می‌گیرد، مقدار PMP را برآورد کرد.

بل (۱۹۶۹) نسبت‌های ساده‌ای بین مقدار باران در دوره‌های برگشت مختلف، ۲ یا ۱۰ سال به دوره برگشت پایه ارائه کرده است. وی معتقد است نسبت‌های به دست آمده به موقعیت جغرافیایی ایستگاه بستگی ندارد و در هر نقطه از جهان قابل تعمیم است.

داده‌ها و روش کار

ابزار و داده‌ها در این تحقیق عبارتند از:

(۱) آمار دبی حداکثر لحظه‌ای و دبی روزانه ایستگاه‌های لتیان و رودک طی دوره آماری (۱۳۲۴ تا ۱۳۷۰) و ایستگاه ماملو طی دوره (۱۳۲۷ تا ۱۳۷۲) از سازمان آب منطقه‌ای تهران استخراج شد؛

(۲) آمار بارندگی، شامل میانگین بارش برای سال‌های (۱۳۴۶ تا ۱۳۷۶) و بارش حداکثر در روزهای توفانی ۱۳ تا ۱۵ اردیبهشت ۱۳۶۵، ۴ تا ۶ مرداد ۱۳۶۶، ۷ تا ۱۰ فروردین ۱۳۷۱ از سال نامه بارندگی وزارت نیرو استخراج شد؛

(۳) حداکثر ۱۲ ساعته پایدار دمای نقطه شبنم و سرعت باد برای دوره‌های ۱۰ روزه، ایستگاه‌های سینوپتیک سمنان شامل دوره (۱۹۶۵ تا ۱۹۹۴) و آبعلی (۱۹۸۳ تا ۱۹۹۵) از دفاتر هواشناسی استخراج شد؛

(۴) حداکثر ۱۲ ساعته پایدار دمای نقطه شبنم و سرعت باد و سایر پارامترهای هواشناسی ایستگاه‌های سمنان و آبعلی در طی روزهای توفانی (با توجه به ۳ توفان

برگزیده)، بررسی و استخراج شد؛

(۵) نقشه‌های هواشناسی لایه سطحی ۸۵۰ و ۵۰۰ هکتو پاسکال روزهای توفانی؛

(۶) نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس‌های ۱:۲۵۰۰۰۰ و ۱:۵۰۰۰۰۰ .

روش پردازش

با استفاده از آمار دبی، حداکثر لحظه‌ای و دبی روزانه، و هم زمانی آن با آمار حداکثر بارندگی، ۳ توفان شدید و فراگیر در تاریخ‌های ۱۳/۲/۱۳۶۵، ۴/۵/۱۳۶۶، ۱۳۷۱/۲/۵ انتخاب شد (جدول ۱ تا ۳). برای محاسبه PMP حوضه، نیاز به تحلیل DAD است. و برای این کار باید نقشه هم بارش هر توفان تهیه می‌شد. به منظور بررسی تصادفی بودن داده‌ها از آزمون run test استفاده شد که در سطح معنادار ۰/۰۱ همه ایستگاه‌ها، همگن تشخیص داده شد. و برای بازسازی و تکمیل داده‌های ناقص، از روش هم بستگی بین ایستگاه‌ها استفاده شد، به این ترتیب ماتریس هم بستگی بین ایستگاه‌ها محاسبه و با استفاده از آن، ایستگاه‌هایی که بالاترین ضریب هم بستگی را داشتند و از لحاظ ارتفاع و جهت جغرافیایی شباهت بیشتری داشتند، جهت بازسازی انتخاب شدند.

به دلیل کمبود ایستگاه‌های باران‌سنجی در حوضه و نیز نبود آمار بارندگی از همه آنها منحنی هم نسبت (نسبت بارش روزهای توفان به میانگین سالیانه) برای هر توفان در تمام روزهای توفانی به طور جداگانه ترسیم شد. سپس با به دست آوردن نسبت رگبار روزهای توفانی به نرمال ۳۰ ساله، نقشه‌های هم درصد تهیه شد. با انطباق این نقشه‌ها بر نرمال بارش سالیانه (نقشه منتخب شماره ۲)، محل برخورد منحنی هم درصد با نرمال سالانه علامت زده و مقادیر آنها در هم ضرب شد و

حاصل ضرب، مقدار بارش آن محل بر روی نقطه بود. با توجه به موقعیت ریاضی (طول و عرض جغرافیایی) همه محل های برخورد و مقدار بارندگی آن نقشه های هم رگبار ترسیم شد.

در پایان، نقشه های هم رگبار با نقشه های توپوگرافی منطبق شد، و درستی کار روشن شد؛ زیرا خطوط هم رگبار با منحنی های هم میزان همخوانی داشته و در هیچ کجا یکدیگر را قطع نمی کنند.

۳. تهیه منحنی D.A.D

پس از پلانی متر نقشه ها و تهیه جداول (۴ تا ۶) متوسط بارش توفان ها در تداوم های مختلف محاسبه شد. با استفاده از منحنی پوش ماکزیمم متوسط های بارش توفان برای تداوم های ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعته، منحنی DAD کل حوضه ترسیم شد (منحنی شماره ۱).

۳-۱. محاسبه آب قابل بارش توفان

برای محاسبه آب قابل بارش، بهترین روش به دست آوردن گرم ترین اشباع آدیاباتیک است. برای این منظور چون تعداد سال های آماری کم تر از ۵۰ سال بود، دوره بازگشت ۵۰ ساله حداکثر تداوم ۱۲ ساعته دمای نقطه شبنم در سه دوره ۱۰ روزه، با استفاده از نرم افزار HYFA و با استفاده از روش گشتاورها در سطح اعتماد ۹۵٪ بهترین الگو محاسبه و براساس آن، منحنی پوش در ایستگاه های سمنان و آبعلی ترسیم شد (منحنی های شماره ۲ و ۳).

آب قابل بارش توفان با توجه به ارتفاع متوسط حوضه که براساس منحنی هیسومتریک ۲۰۰۰ متر به دست آمده و به کمک نمودار و جداول پیشنهادی سازمان

جهانی هواشناسی (WMO.332) و با استفاده از حداکثر ۱۲ ساعته پایدار دمای نقطه شبنم روزهای توفانی، محاسبه شد. آب قابل بارش برآورد شده نیز با توجه به منحنی پوش دمای نقطه شبنم و نمودار و جداول پیشنهادی (WMO) به دست آمد. نتیجه به تفکیک ایستگاه‌های سینوپتیک آبعلی و سمنان در جداول شماره (۸ و ۷) آورده شده است.

۲-۳. محاسبه ضریب حداکثر آب قابل بارش

برای محاسبه ضریب حداکثر آب قابل بارش از رابطه زیر استفاده شد.

$$MP = \frac{MPW}{PWS} \quad (\text{رابطه ۱}) \quad (\text{WMO. 332})$$

MP = ضریب حداکثر آب قابل بارش ؛

MPW = حداکثر آب قابل بارش با دوره بازگشت ۵۰ ساله ؛

PWS = آب قابل بارش توفان .

نتیجه محاسبه در جداول (۸ و ۷) ذکر شده است.

۳-۳. محاسبه ضریب بیشینه باد

صعود هوا و ریزش‌های شدید جوی از عوامل جغرافیایی به ویژه توپوگرافی تأثیر می‌پذیرد. لاسات و پیچرور (۱۹۹۷)، انواع باران را در ۴ طبقه دسته‌بندی کرده و نتیجه گرفته‌اند که توپوگرافی، ناپایداری هوا و دمای بالای سطح دریا با وقوع مقادیر بارش‌های سنگین ارتباط دارند. همچنین تحقیقات به عمل آمده کرادوم و دونکن

(۱۹۹۸) ارتباط میان بارش سالانه حداکثر روزانه و توپوگرافی را نشان می‌دهد که بر این اساس و با استفاده از رگرسیون واحد و چندگانه، یک مدل ۴ پارامتره را پیشنهاد کرده‌اند. چون حوضه بررسی در منطقه کوهستانی واقع شده برای به دست آوردن مقدار صحیح PMP تأثیر باد در نظر گرفته شده است. به این منظور، چون طول دوره آماری کوتاه‌تر از ۵۰ سال است. همانند دمای نقطه شبنم، حداکثر ۱۲ ساعته پایدار سرعت باد، به کمک نرم‌افزار HYFA تحلیل فراوانی صورت گرفت و دوره تناوب ۵۰ ساله آن محاسبه شد. سپس منحنی پوش داده‌های به دست آمده ترسیم شد (نمودارهای ۴ و ۵) از نسبت حداکثر ۱۲ ساعته پایدار برآورد شده سرعت باد و حداکثر ۱۲ ساعته پایدار تندی باد در روزهای توفانی (که از دفاتر دیده‌بانی سازمان هواشناسی، استخراج شده)، ضریب بیشینه باد به دست آمد، جداول شماره (۷ و ۸).

$$MW = \frac{MW1}{MW2} \quad (\text{رابطه ۲})$$

MW = ضریب بیشینه باد؛

MW1 = ضریب حداکثر ۱۲ ساعته پایدار تندی باد برآورده شده؛

MW2 = ضریب حداکثر ۱۲ ساعته پایدار تندی باد در روز توفان.

۴-۳. محاسبه ضریب بیشینه توفان

حوضه بررسی در منطقه کوهستانی واقع شده برای این که برآورد دقیق تر و نزدیک تر به واقعیت از رطوبت به دست آوریم، ضریب بیشینه رطوبت در ضریب بیشینه باد اعمال شد. و به این صورت گرم ترین اشباع آدیاباتیک محاسبه شد جداول شماره (۷ و ۸).

$$FM = MP.MW \quad (\text{رابطه ۳})$$

FM : ضریب پیشینه توفان ؛

MP = ضریب حداکثر قابل بارش که بر اساس دمای نقطه شبنم ۱۲ ساعته پایدار

به دست آمد؛

MW = ضریب حداکثر ۱۲ ساعت پایدار سرعت باد.

۳-۵. محاسبه PMP

با اعمال ضریب پیشینه توفان در متوسط بارش محاسبه شده برای هر توفان و در کل روزهای توفانی PMP توفانها محاسبه شد و نتایج آن در جدول شماره (۹) ذکر گردید.

۴. بحث و بررسی نتایج

جدول شماره (۱) مقدار دبی حداکثر لحظه‌ای و حداکثر روزانه را در روزهای توفانی نشان می دهد. با مقایسه این جدول با جدول شماره (۲) پی می بریم که رابطه نزدیکی بین دبی حداکثر لحظه ای توفان با حداکثر بارش روزانه برقرار است.

نقشه شماره (۲)، منحنی هم بارش نرمال سالیانه حوضه را نشان می دهد. با بررسی نقشه های نرمال هم بارش و نقشه های هم رگبار توفان ۶۵/۲/۱۳ (نقشه های ۲ تا ۴) نتیجه گیری می شود، که سامانه های باران زا بیشتر از سمت جنوب غرب و غرب حوضه وارد می شوند. تراکم منحنی ها در این نواحی بیشتر است. مطابق با این نقشه ها هر چه به سمت شرق و به ویژه جنوب شرق پیش

می رویم نه تنها از مقدار بارش کاسته می شود، بلکه شدت آن نیز کم می شود.

جدول شماره (۴) تا (۶) به ترتیب مراحل مختلف محاسبه متوسط حداکثر بارش ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت توفان ۶۵/۲/۱۳ را نشان می دهد. که مطابق با آن متوسط حداکثر بارش این توفان در کل حوضه برای تداوم های یاد شده به ترتیب ۶۵/۶۳ و ۹۱/۹۶ محاسبه شده است.

برای سایر توفان ها نیز به همین ترتیب جداولی تهیه شد و بر اساس آن منحنی DAD حوضه رسم شد.

نمودار شماره (۱) DAD حوضه است که به شدت تحت تأثیر مقادیر رگبار توفان ۶۵/۲/۱۳ واقع شده است این نمودار، نمودار پوش DAD حوضه است. بنابراین با توجه با این منحنی و مقادیر دبی حداکثر لحظه ای (دبی peak) حوضه توفان ۶۵/۲/۱۳ به عنوان توفان شاخص حوضه شناخته شد.

نمودارهای شماره (۲ و ۳) منحنی پوش حداکثر ۱۲ ساعته پایدار دمای نقطه شبنم ایستگاه سمنان با دوره بازگشت ۵۰ ساله است. نمودارهای شماره (۴ و ۵) نیز منحنی پوش حداکثر ۱۲ ساعته سرعت باد ایستگاه سمنان با دوره بازگشت ۵۰ ساله است.

مطابق جدول شماره (۷) ضریب بیشینه توفان ۶۵/۲/۱۳، ۲/۸ است. جدول شماره (۸) PMP محاسبه شده توفان را نشان می دهد که برای توفان مورد بحث در تداوم های ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعته، مقادیر ۱۲۴/۶، ۱۸۳/۷۶ و ۲۲۹/۶ به دست آمد.

حجم آبی که در اثر PMP ۲۴ ساعته در حوضه روان خواهد شد معادل ۱۰۹۶/۵ خواهد بود.

با توجه به این که توفان شاخص حوضه، توفان ۶۵/۲/۱۳ است، به جهت اختصار تنها نقشه های هواشناسی روز وقوع توفان بررسی می شوند.

نقشه شماره (۵) لایه های سطحی ۱/۵/۱۹۸۶ است .

در شرق مدیترانه سلول چرخنده ۱۰۰۰ میلی بار تشکیل شده و بر روی شبه جزیره عربستان ، غرب و جنوب غرب ایران تا کشورهای همسایه شرقی ایران جبهه تشکیل شده است . زبانه و اچرخنده سیبری تا $40^{\circ}N$ و $40^{\circ}E$ کشیده شده است .

نقشه شماره (۶) سطح ۸۵۰ هکتو پاسکال ۳/۵/۱۹۸۶ است .

سامانه و اچرخند شرق مدیترانه و شمال دریای سیاه، زبانه کم فشار سطح زمین را همراهی می کند . سطح سلول چرخند نسبت به روز قبل وسیع تر شده سرعت باد افزایش یافته است و هوای گرم و مرطوب دریای سرخ بر روی خاورمیانه و ایران فرو می ریزد . زبانه و اچرخند سیبری به دوسلول با مرکز ۱۵۲ و ۱۴۸ هکتو پاسکال تبدیل شده است که به صورت سامانه عمل می کند .

نقشه شماره (۷) سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال ۳/۵/۱۹۸۶ است .

سامانه های لایه های زیرین توسط سامانه چرخندی این سطح که محور آن با جهتی شمال، شمال غرب، جنوب ، شرق سر تا سر شرق اروپارا تا جنوب $20^{\circ}N$ طی کرده ، همراهی می شوند .

نتیجه گیری

از بررسی نقشه های هواشناسی توفان به طور کلی نتایج زیر به دست می آید :

زبانۀ واچرخند سبیری ، به سمت عرضهای پایین ، و واچرخند تشکیل شده در غرب مدیترانه به سمت شرق پیش روی می کند .

- حرکت روبه جنوب واچرخند جنب حاره STHP سبب نفوذ سامانه های توفانزا بر ایران می شود ، مرکز STHP یک روز پیش از شروع توفان از $20^{\circ}N$ و $51^{\circ}E$ به جنوب مدار $20^{\circ}N$ در روزهای توفانی عقب نشینی کرده است.

ناوه و سامانۀ چرخند پس از عبور از شرق مدیترانه، شمال آفریقا و دریای سرخ، در شمال عربستان و روی سوریه ، عراق و ترکیه مستقر می شود (نقشه های شماره ۶ ، ۷).

ریزش هوای سرد شمال اروپا ، در پشت مرکز توفان و جریان گرم و مرطوب جنوب غربی آسیا که از روی دریای عرب و دریای سرخ می گذرد ، در جلوی مرکز چرخند، سبب تقویت سامانه شده و بارش فراوانی در منطقه ایجاد می کند (نقشه های شماره ۷ و ۵).

- چرخند مدیترانه ای به علت سرمای زیاد نواحی کوهستانی همسایگان شمال غرب ایران ، از سمت غرب وارد شده و در اثر ادغام با چرخند سودانی و همگرایی دریای سرخ رگبارهای شدیدی را در ایران و منطقه مورد بحث ایجاد می کند (نقشه های شماره ۷ تا ۵).

- سیستم های سطح زمین با سیستم های فوقانی همراهی می شود (همه نقشه ها).

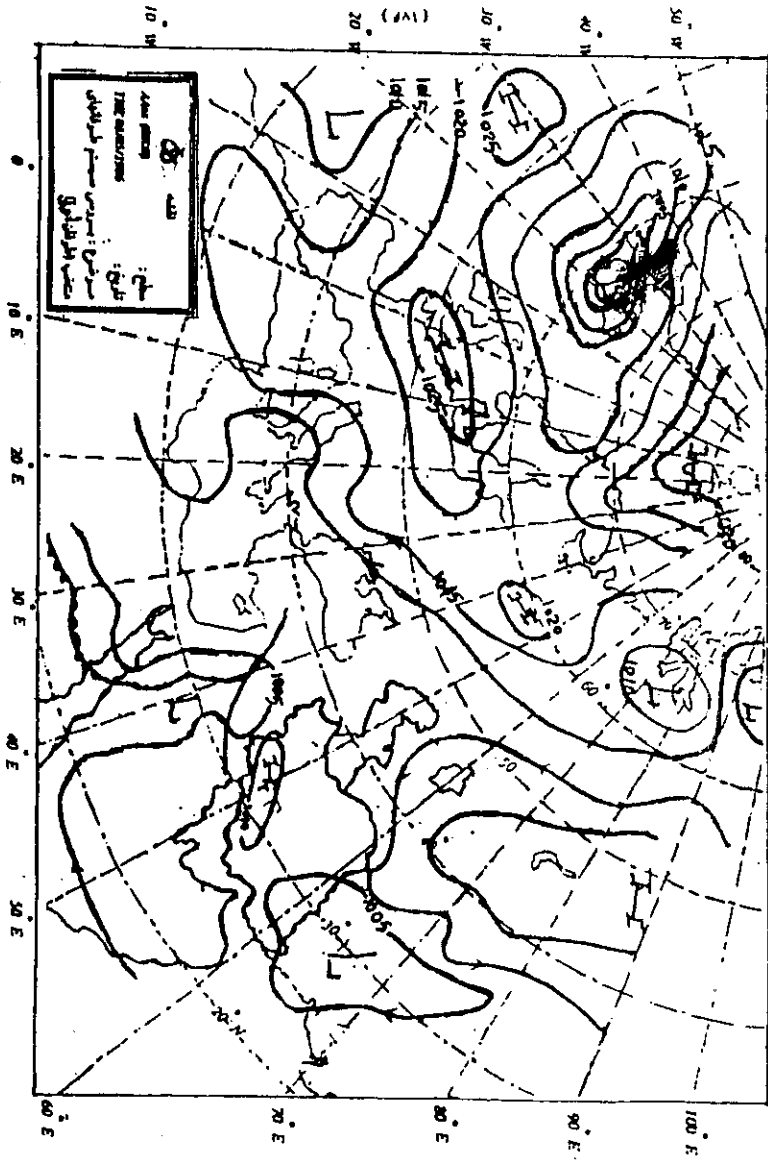
- چرخند روسیه و اروپای شرقی ، سبب کندی حرکت سامانه های باران زا می شوند (نقشه های ۵ تا ۷) .
- بیشترین بارش در جنوب شرقی تراف که سرعت باد شدیدتر و هم گرایی بیشتر است رخ می دهد (نقشه های شماره ۵ تا ۷).
- با حاکمیت و اچرخند روی خزر، رطوبت از میان دره هایی که تهران را به جلگه مازندران متصل می کند وارد منطقه می شود .
- زمانی که مراکز چرخندهای سطوح مختلف بر یکدیگر منطبق شوند و محور فضایی قائم شوند، مرگ سامانه فرا می رسد .
- با ورود سامانه ها به منطقه دمای نقطه شبنم به دنبال آن رطوبت نسبی افزایش می یابد . و با ایجاد ابرهایی از نوع کومولونیمبوس و نیمبوس بارش با رگبارهای شدیدی در منطقه شروع می شود .

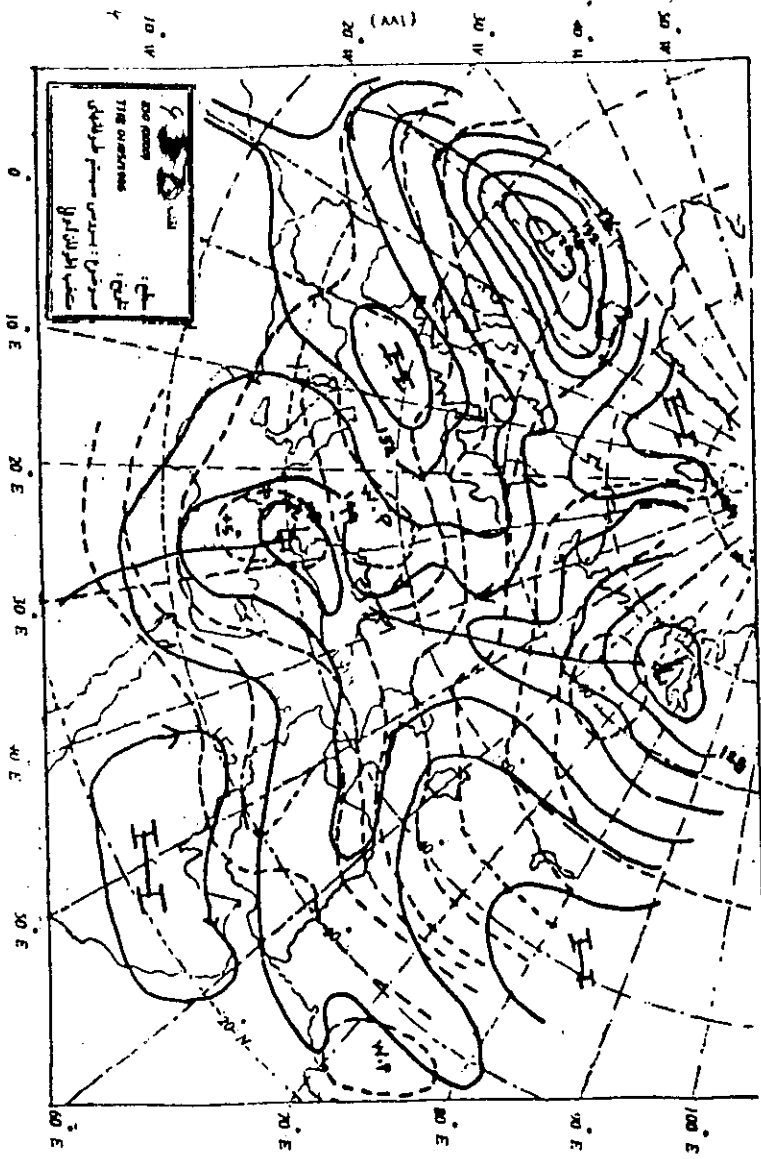
پی نوشت ها:

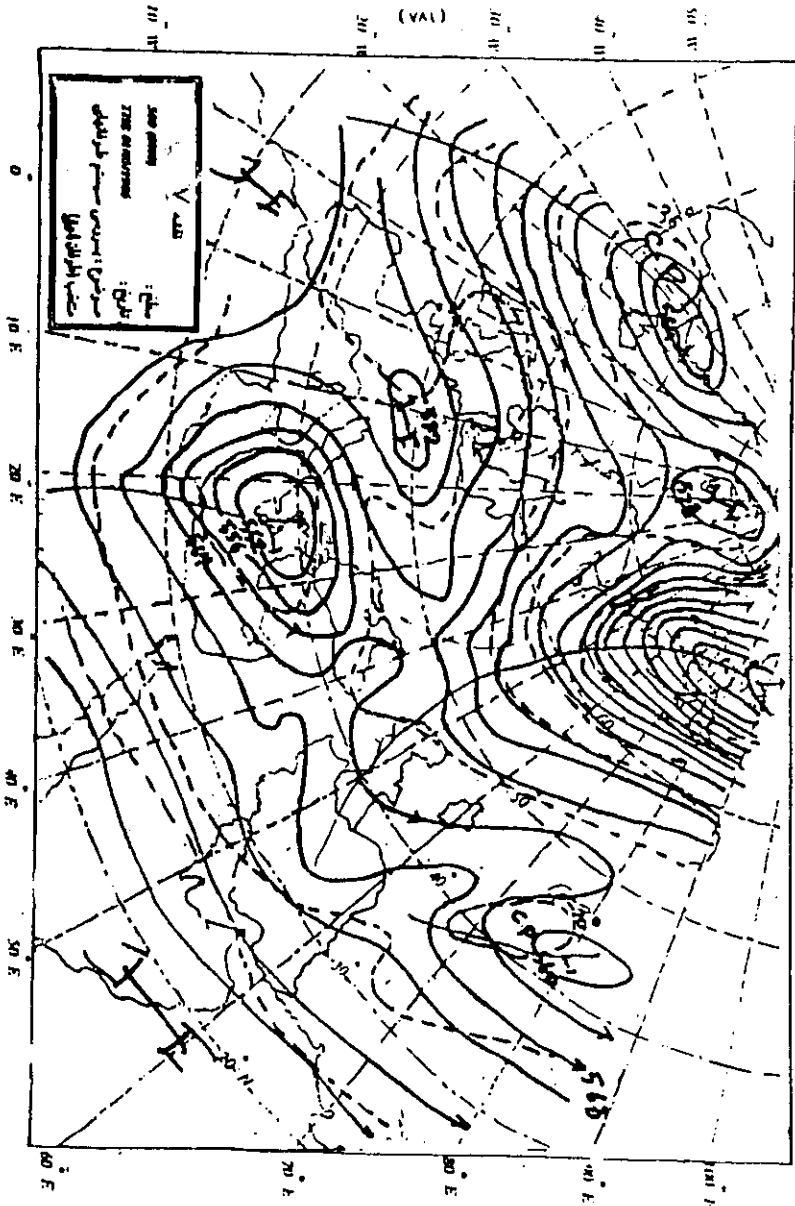
- 1- probable maximum precipitation .
- 2- duration area depth .
- 3- در مقاله حاضر تنها توفان ۱۳۶۵/۲/۱۳ به دلیل شدت و فراگیری آن نسبت به توفان منتخب دیگر بررسی شده است .
- 4 -- probable maximum flood .
- 5 - maximum possible precipitation.

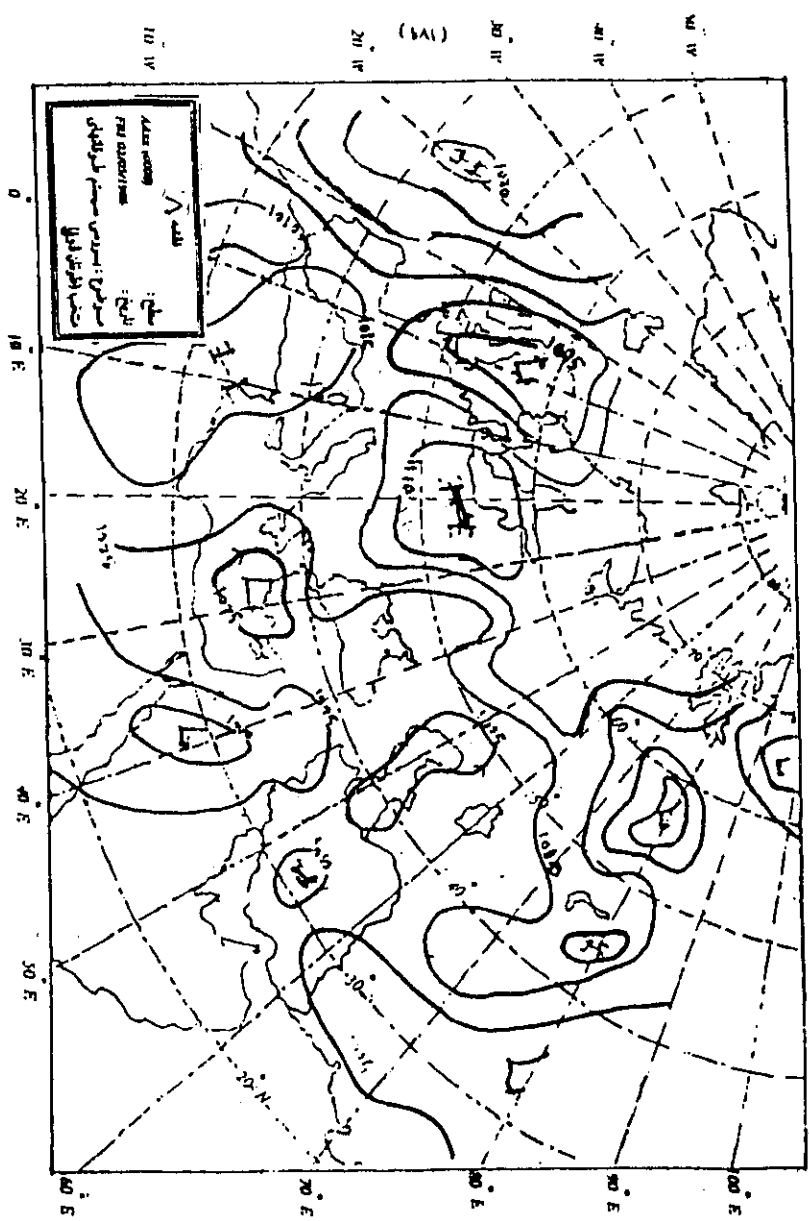
منابع :

۱. پاکدامن، امیرحسین (۱۳۶۹) : « حداکثر بارندگی محتمل به روش سینوپتیک »، مجموعه مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی
۲. حجازی زاده، (۱۳۷۲) : بررسی نوسانات فشار زیاد جنب حاره در تغییر فصل ایران، پایان نامه دکتری، دانشگاه تربیت مدرس
۳. قهرمان، بیژن (و) علیرضا سپاسخواه (۱۳۷۵) : « تخمین حداکثر بارش های محتمل (PMP) کوتاه مدت در جنوب ایران »، نیوار، شماره ۳۰.
۴. نجمایی، محمد (۱۳۶۸) : هیدرولوژی مهندسی، جلد دوم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت.
۵. مهندسی مشاور مهتاب قدس، طرح بهینه سازی سد کرخه، گزارش هواشناسی.
6. Hershfield, David (1961); *Magnitud of Hydrological Frequency Factor in Maximum Rainfall Estimation* .
7. W.M.O, (1986); *Manual of Estimation of Probable Maximum Precipitation*. No. 332 .
8. W.M.O; *Manual for Depth, area, Duration (DAD) analesis of Storm precipitation*, No, 237 .
9. LLASAT M.C. and puigcerver M, (1997); " Total rainfall and convective rainfall in catalonia Spain " , *Internatinal Journal of Climatology*, Vol. 17 .
10. Prudhomme christel and W. Duncan reed, (1998); "Relationship between extreme daily precipitation and topography in a moutainous region : acase study in Scotland " , *International Journal of Climatology*, Vol. 18 .
11. Suppiah Ramasamy and Hennessy Keving, (1998); "Trends in total rainFall, heavy rain events and Number of dry days in Australia 1910 – 1990 " , *International Journal of Climatology*, Vol. 10 .

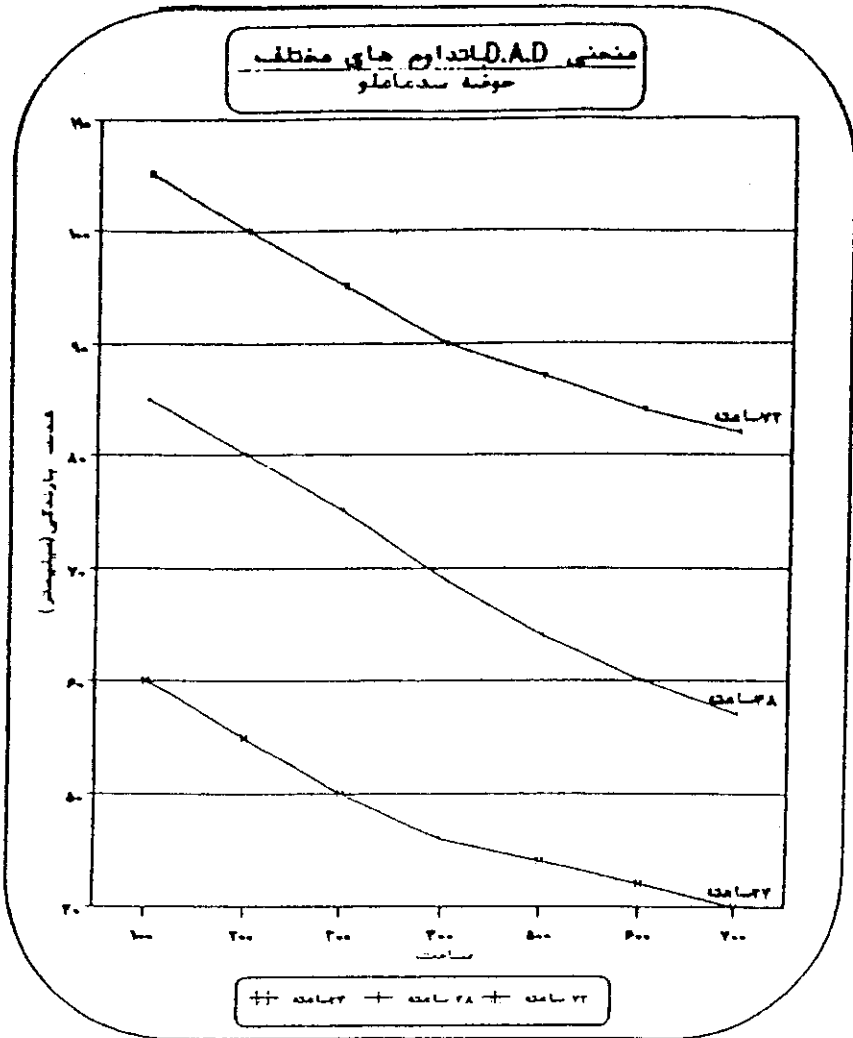


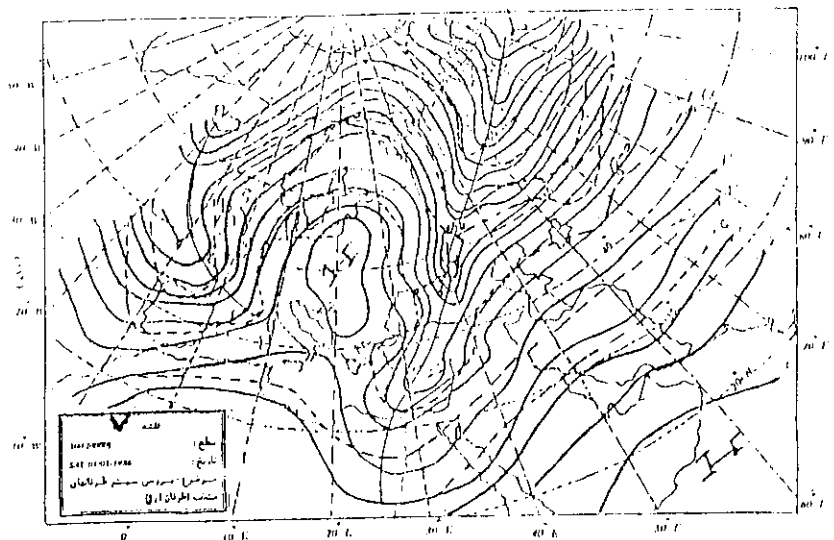
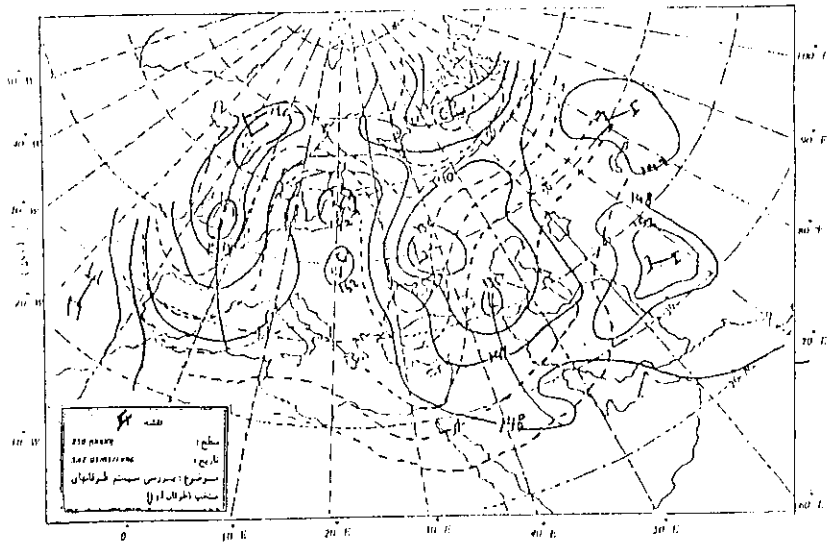
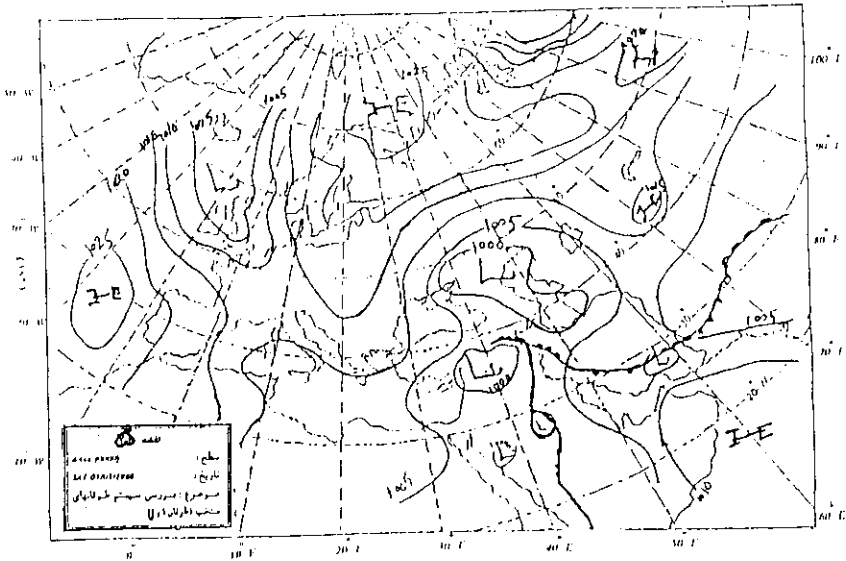


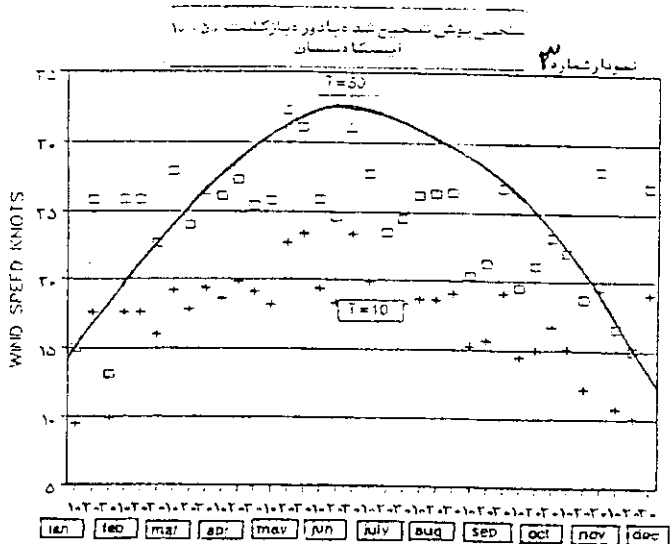
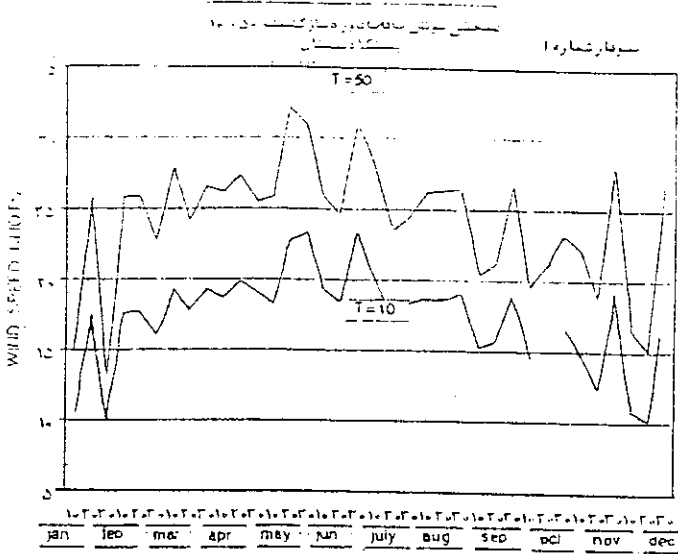


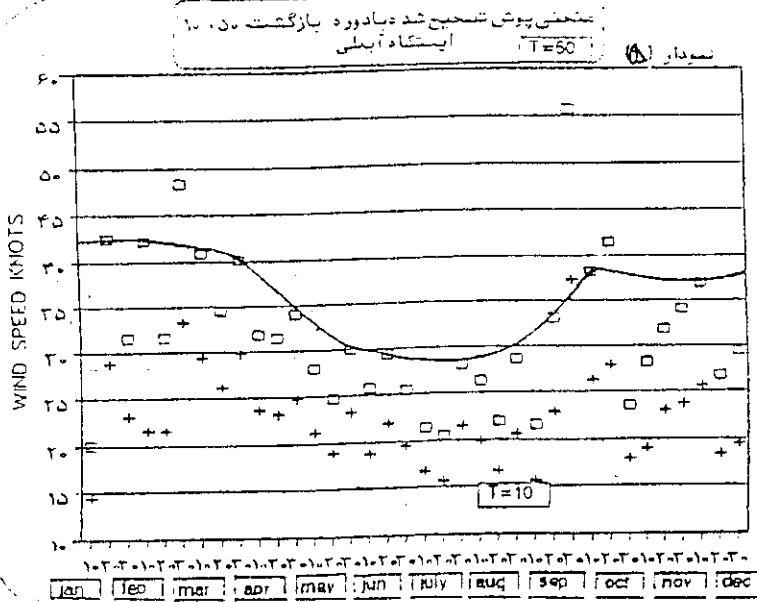
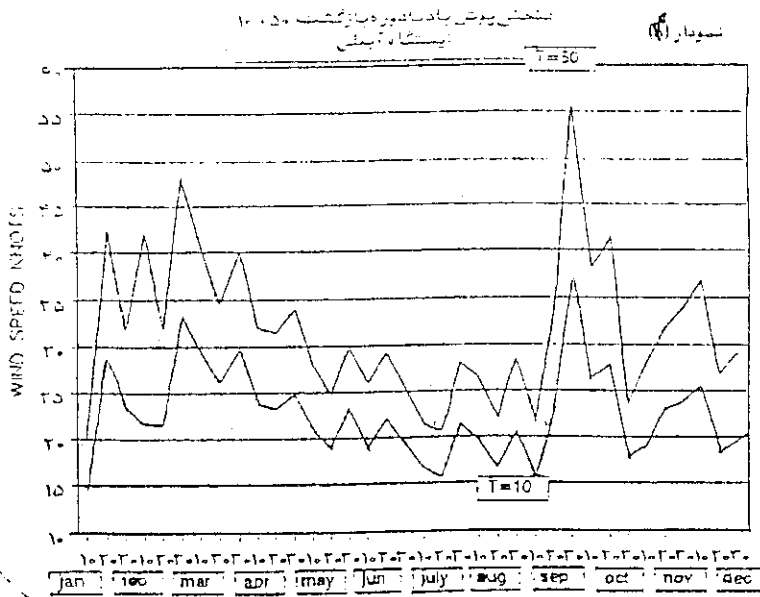


شودار (۱)









برآورد حداکثر بارش محتمل در ...

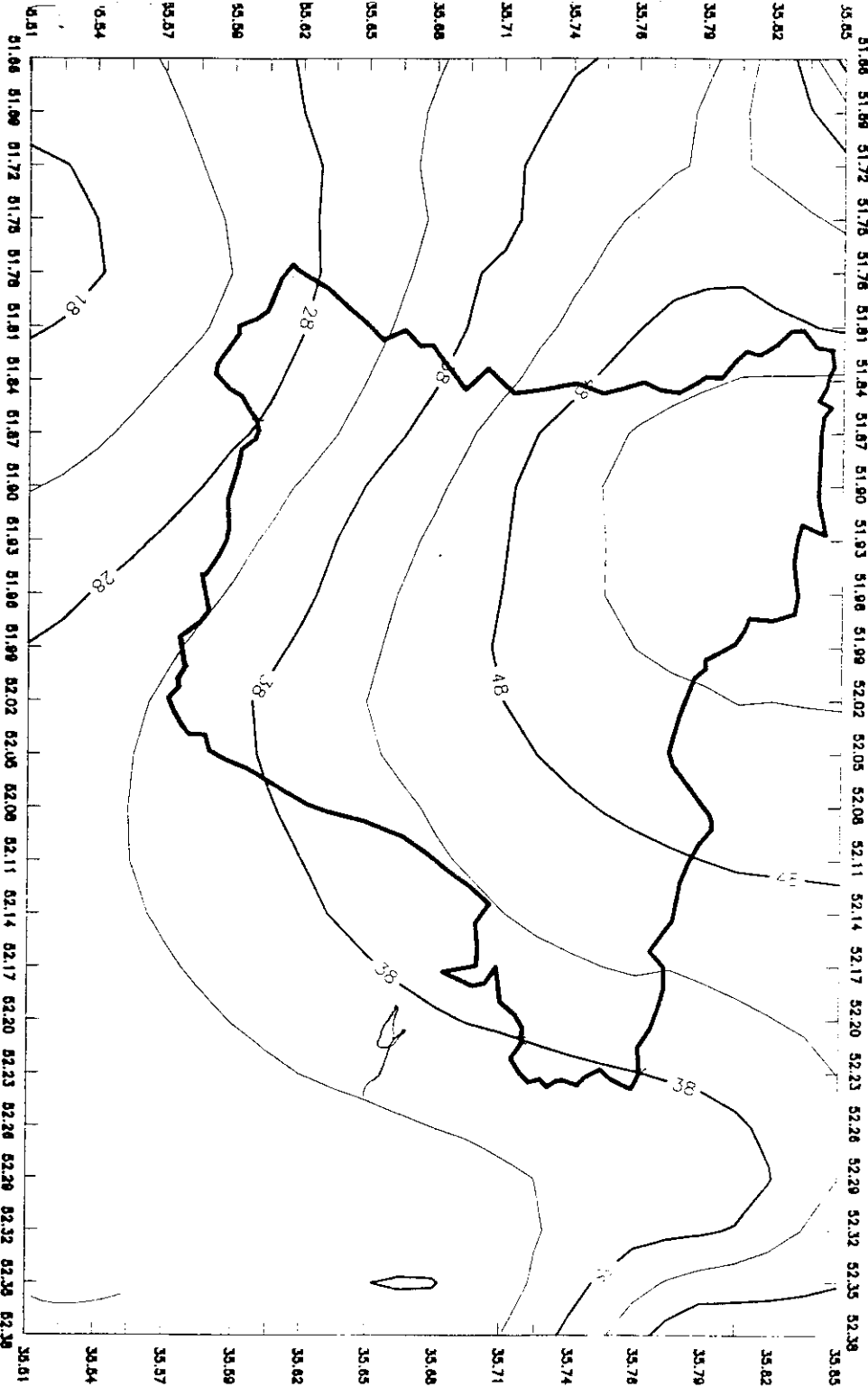
V0

میدان
معماری

65/2/13

مهندس
مسئول

SCALE 1:250000



برآورد حداکثر بارش

برآورد حداکثر بارش

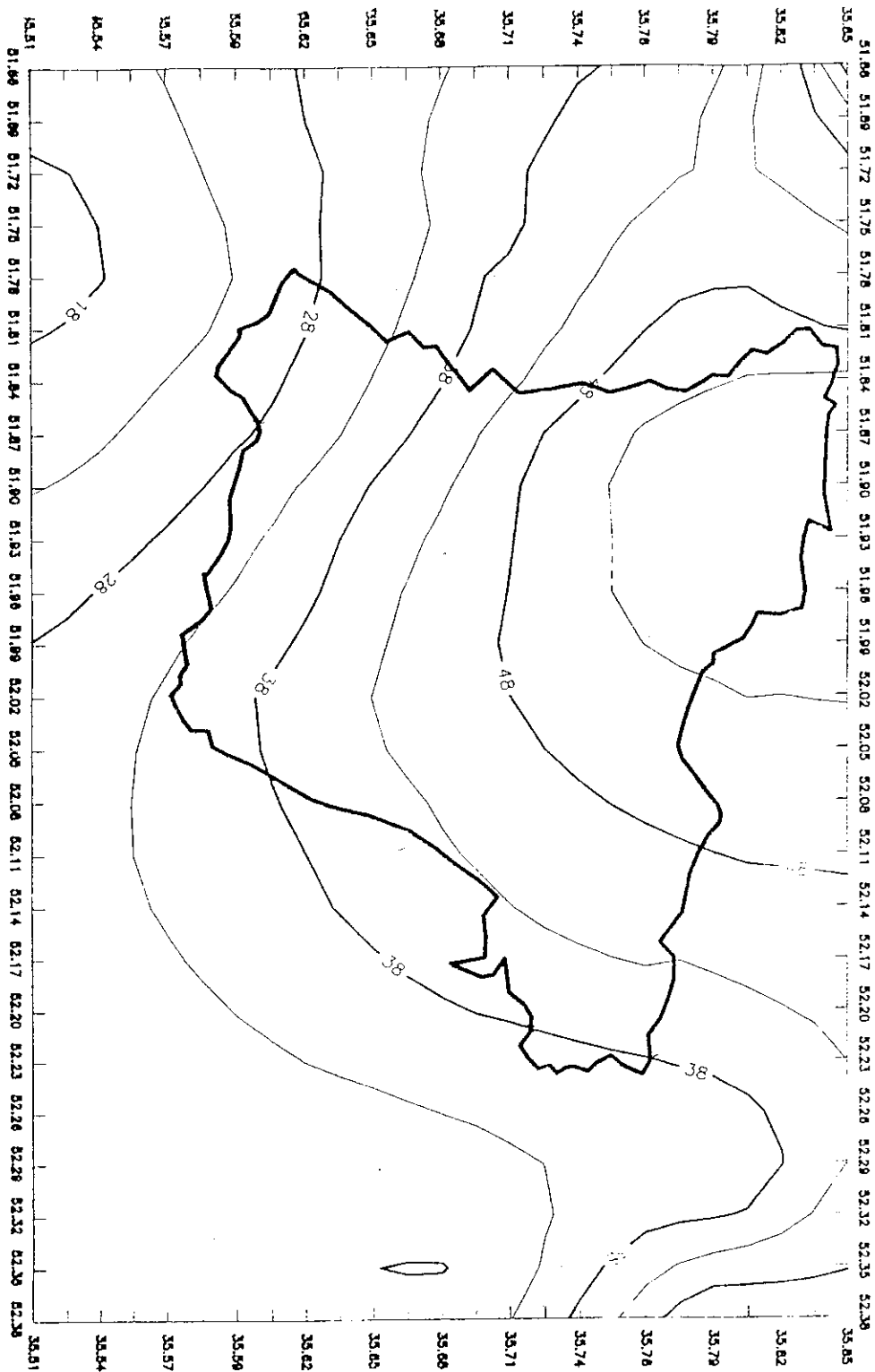
65/2/13

24 HOUR

SCALE 1:250000

... در

۷۶



برآورد حداکثر بارش محتمل در ...

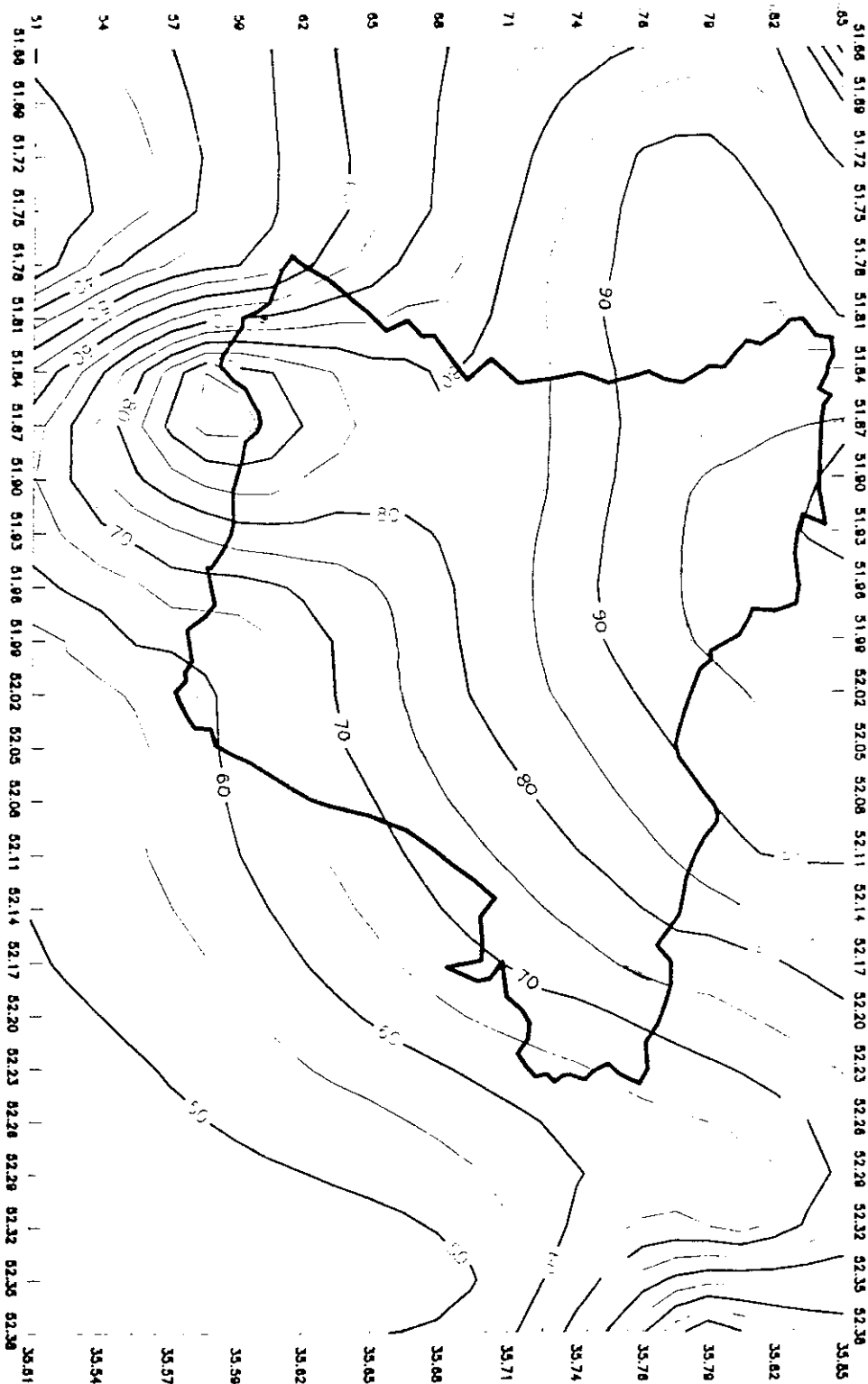
۷۷

نقشه شماره :

65/2/13

مساحت ۷۳ ساعت

SCALE 1:250000



نقشه شماره (۱۳)

۶۵/۲/۱۳

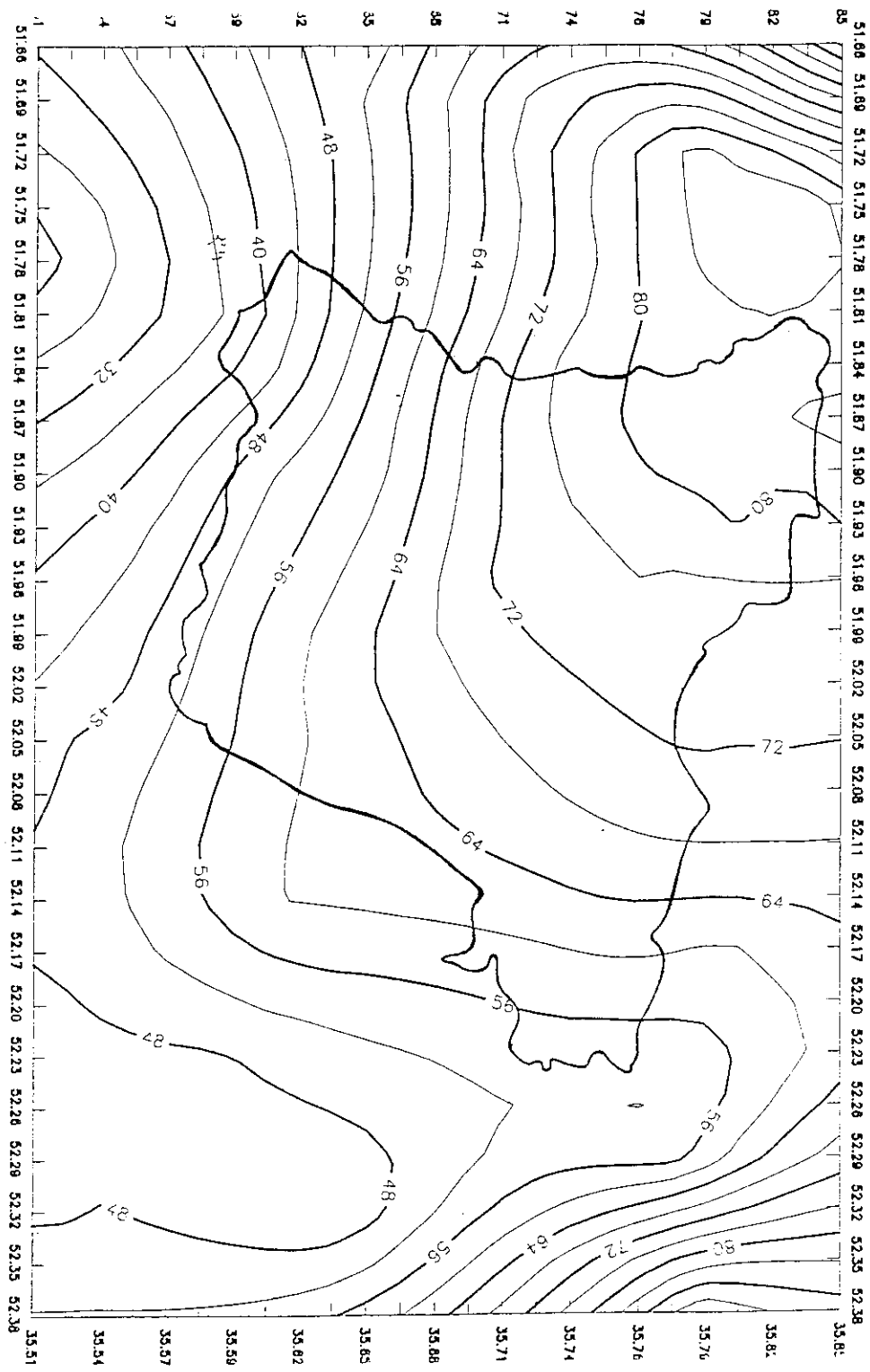
همایش ۴۸ خراسان

SCALE

۱:۲۵۰۰۰۰

برآورد حداکثر بارش محتمل در ...

۷۸



۹

جدول شماره ۱: آمار ایستگاههای هیدرومتری منتخب

تاریخ	ایستگاه	دبی حداکثر لحظه ای	دبی روزانه	متوسط سالانه دبی لحظه ای	متوسط سالانه دبی روزانه
۶۵/۳/۱۵	لیان رودی	۱۵۸	۱۱۳/۹۵	۹۰/۳۴	۶۴/۴۲
۶۵/۳/۱۴		۶۷/۷۰	۵۵/۱۷	۶۷/۸۰	۴۷/۳۵

جدول ۲: آمار بارندگی مربوط به رگبار ۱۳۶۵/۲/۱۳ در ایستگاههای درون و پیرامون حوضه سد ماملو

شماره	روز	تعداد	مقدار	مجموع	میانگین	تعداد	مقدار	مجموع	میانگین	تعداد	مقدار	مجموع	میانگین
۱۷	۵۳	۴۲	۴۸	۵۰	۳	۸۵	۱۱	۲۰/۱	۴۴	۳۸	۶	۲۳	۵۵
۲۶	۴۳	۲۹	۴۵	۵۰	۲۴	۱۸۵	۲۰	۴۵/۵	۴۲	۷۰	۱۶	۱۶/۵	۳۵
۳	۹۵	۵	۲	۳	۳	۳	۰	۰	۶	۰	۴	۱۴/۵	۱۱

جدول شماره ۳: آمار بارندگی و درصد بارندگی توفان ۱۳/۲/۶۵ الی ۱۵/۲/۱۳۶۵

ردیف	ایستگاه	ارتفاع	میانگین بارش ۲۹ ساله	میزان بارش ۳۴ ساعته	میزان بارش ۴۸ ساعته	میزان بارش ۷۲ ساعته	بارش ۲۴ ساعته %	بارش ۴۸ ساعته %	نسبت بارش ۷۲ ساعته به سالانه %
۱	تفیان	۱۶۵۰	۴۳۲٫۲	۴۲	۷۹٫۵	۹۴	۹٫۷۳	۱۸٫۳۹	۲۱٫۷۵
۲	منهنج	۱۴۰۰	۲۶۴٫۲۵	۲۳	۳۹٫۵	۵۴	۸٫۷	۱۴٫۹	۲۰٫۴۳
۳	شریف آباد	۹۸۰	۱۴۵٫۲	۱۶	۲۲	۲۶	۱۱٫۰۹	۱۵٫۱۵	۱۷٫۷۹
۴	ناراز	۱۷۹۰	۵۱۸٫۸	۳۳	۸۶	۹۲	۸٫۴۸	۱۶٫۵۷	۱۷٫۷۳
۵	یکتام ده	۱۹۰۰	۵۵۱٫۹	۴۸	۹۳	۹۵	۸٫۶۹	۱۶٫۸۵	۱۷٫۲۱
۶	کند سفلی	۲۰۰۰	۴۷۳	۵۳	۹۶	۱۰۵٫۵	۱۱٫۲	۲۰٫۳	۲۲٫۳۰
۷	فیروزکوه	۱۹۱۰	۲۶۱	۲۶	۴۳	۴۷	۹٫۹۶	۱۶٫۴۷	۱۸
۸	ایملی	۲۴۶۵	۴۹۶	۵۵	۸۴	۹۴	۱۰٫۰۸	۱۶٫۹۳	۱۸٫۹۵
۹	همند آبسرد	۱۸۰۰	۳۱۲٫۲	۳۳	۶۶	۷۱	۱۳٫۱	۲۱٫۱۴	۲۲٫۷۴
۱۰	رشته لاریجان	۱۹۵۰	۳۷۹	۴۷	۶۲	۹۰	۱۲٫۴	۱۶٫۳۶	۲۳٫۷۵

جدول شماره ۴: محاسبه (ارتفاع - مساحت) بارندگی در روزهای بارندگی ماکزیمم
حوضه سد ماملو محاسبه متوسط بارندگی در تقسیمه هم باران ۱۳/۲/۶۵ (بارش ۲۴ ساعته)

ردیف	میزان بارندگی بین دو منحنی هم باران mm	میانگین باران بین دو خط هم باران mm	سطح بین دو منحنی km ²	حجم بارش بر حسب mm بین دو منحنی	مساحت تجمعی	حجم تجمعی بارش به هزار متر مکعب	مقدار متوسط بارندگی mm در سطح تجمعی
۱	> ۵۳	۵۵/۵	۱۲۸/۵۸	۷۱۳۱/۱۹	۱۲۸/۵۸	۷۱۳۱/۱۹	۵۵/۵
۲	۴۸ - ۵۳	۵۰/۵	۱۴۲/۵	۷۱۹۶/۳۵	۲۷۱/۰۸	۱۴۳۳۲/۴۴	۵۲/۸۷
۳	۴۳ - ۴۸	۴۵/۵	۱۸۳	۸۳۳۶/۳۵	۴۵۴/۰۸	۳۶۶۵۸/۹۴	۴۹/۹
۴	۳۸ - ۴۳	۴۰/۵	۱۵۳	۶۱۹۶/۵	۶۰۷/۰۸	۲۸۸۵۵/۴۴	۴۷/۵۳
۵	۳۳ - ۳۸	۳۵/۵	۸۸/۵	۳۱۴۱/۷۵	۶۵۵/۵۸	۳۱۹۹۷/۱۹	۴۶
۶	۲۸ - ۳۳	۳۰/۵	۴۷/۰۶	۱۴۳۵/۳۳	۷۴۲/۶۴	۳۳۴۳۲/۵۳	۴۵
۷	> ۲۸	۲۵/۵	۱۸	۴۵۹	۷۱۰/۶۴	۳۳۸۹۱/۵۳	۴۴/۵۶

جدول شماره ۵: محاسبه (ارتفاع - مساحت) بارندگی در روزهای بارندگی ماکزیمم
حوضه سد ماملو محاسبه متوسط بارندگی در تقشه هم باران ۶۵/۲/۱۳ (بارش ۴۸ ساعته)

ردیف	میزان بارندگی بین دو منحنی هم باران mm	میانگین باران بین دو خط هم باران mm	سطح بین دو منحنی km ²	حجم بارش بر حسب mm بین دو منحنی	مساحت تجمعی	حجم تجمعی بارش به هوزانتر مکعب	مقدار متوسط بارندگی در سطح تجمعی mm
۱	> ۸۰	۸۲	۶۷/۳۷	۵۵۴/۳۴	۶۷/۳۷	۵۵۴۵/۳۴	۸۲
۲	۷۶ - ۸۰	۷۸	۶۵	۵۰۷۰	۱۳۲/۳۷	۱۰۵۹۴/۳۴	۸۰/۳۰
۳	۷۲ - ۷۶	۷۴	۸۸/۳	۶۵۳۶/۸	۲۲۰/۵۷	۱۷۱۲۱/۱۴	۷۷/۶۲
۴	۶۸ - ۷۲	۷۰	۹۶/۰۲۵	۶۷۲۱/۷۵	۳۱۶/۵۹	۲۳۸۴۲/۸۹	۷۵/۳۱
۵	۶۴ - ۶۸	۶۶	۱۰۹/۵۹	۷۲۳۲/۹۴	۴۲۶/۱۸	۳۱۰۷۵/۸۳	۷۲/۹۲
۶	۶۰ - ۶۴	۶۲	۱۱۰/۳۱	۶۸۳۹/۳۲	۵۳۶/۴۹	۳۷۹۱۵/۰۵	۷۰/۶۷
۷	۵۶ - ۶۰	۵۸	۸۹/۳۷	۵۱۷۷/۶۶	۶۲۵/۷۶	۴۳۰۹۳/۷۱	۶۸/۸۶
۸	۵۲ - ۵۶	۵۴	۷۱/۶۲۵	۳۸۶۷/۷۵	۶۹۷/۳۸	۴۶۹۶۰/۴۶	۶۸/۳۴
۹	۴۸ - ۵۲	۵۰	۳۱/۵	۱۵۶۳/۵	۷۸/۶۳	۴۸۵۲۷/۹۶	۶۶/۶
۱۰	۴۴ - ۴۸	۴۶	۱۵/۸۵	۷۴۴/۵	۷۴۴/۳۸	۴۹۲۴۷/۴۶	۶۶/۱
۱۱	۴۰ - ۴۴	۴۲	۱۱/۳۵	۴۷۲/۵	۷۵۵/۶۳	۴۹۷۱۹/۹۶	۶۵/۸
۱۲	< ۴۰	۳۸	۵	۲۰۰	۷۶۰/۶۴	۴۹۹۱۹/۹۶	۶۵/۶۳

جدول شماره ۲۰ محاسبه (ارتفاع - مساحت) بارندگی در روزهای بارندگی ماکزیمم
 حوضه سد شاملو محاسبه متوسط بارندگی در نقشه هم باران ۶۵/۲/۱۳ (بارش ۸۸ ساعت)

ردیف	میزان بارندگی بین دو منحنی هم باران mm	میانگین باران بین دو خط هم باران mm	سطح بین دو منحنی km ²	حجم بارش بر حسب mm بین دو منحنی	مساحت تجزیه	حجم تجزیه بارش به هوزرتر مکعب	مقدار متوسط بارندگی mm در سطح تجزیه
۱	> ۱۰۰	۱۰۲/۵	۲	۲۰۵	۲	۲۰۵	۱۰۲/۵
۲	۹۵ - ۱۰۰	۹۷/۵	۸۹/۶۲	۸۳۳۷/۹۵	۹۱/۶۲	۸۹۴۲/۹۵	۹۷/۶۱
۳	۹۰ - ۹۵	۹۲/۵	۷۴/۷۵	۶۸۱۴/۳۷۵	۱۶۶/۳۷	۱۵۵۵۷/۳۳	۹۵/۳۱
۴	۸۵ - ۹۰	۸۷/۵	۱۱۴/۶	۱۰۰۲۷/۵	۲۸۰/۹۷	۲۵۸۴/۸۲	۹۲/۱۳
۵	۸۰ - ۸۵	۸۲/۵	۱۷۳/۴۴	۱۴۳۰/۸۸	۴۵۴/۱	۴۰۹۳/۶۲	۸۷/۴۵
۶	۷۵ - ۸۰	۷۷/۵	۱۲۰/۲۴	۹۳۱۸/۶	۵۷۴/۷۵	۴۹۵۱۲/۲۳	۸۶/۱۶
۷	۷۰ - ۷۵	۷۲/۵	۱۰۰/۳۹	۷۳۷۱/۰۲۵	۶۷۴/۹۴	۵۶۷۸۳/۲۵	۸۴/۱۳
۸	۶۵ - ۷۰	۶۷/۵	۴۷/۱۳	۳۱۸۱/۲۷	۷۲۰/۰۷	۵۹۹۶۴/۵۲	۸۳/۰۴۵
۹	۶۰ - ۶۵	۶۲/۵	۳۱/۵۷	۱۹۷۳/۱۲۵	۷۵۳/۶۴	۶۱۹۳۷/۶۴	۸۲/۱۸
۱۰	< ۶۰	۵۷/۵	۷	۴۰۲/۵	۷۶۰/۶۴	۶۳۴۰/۱۴۵	۹۱/۹۶

جدول شماره ۷: بیشینه سازی رطوبت توفان برگزیده در ایستگاه آبیلی

FM	MW	سرعت باد حداکثر شده یا دوره بارگشت ۵۰ ساله	حداکثر ۱۲ ساعته سرعت باد توفان	MP	WS آب قابل بارش	تبدیل نقطه شبنم بارگشت ۵۰ ساله به ۱۰۰۰ hpc	حداکثر ۱۲ ساعته پایدار نقطه شبنم یا دوره ۵۰ ساله	W/m آب قابل بارش	تبدیل دمای نقطه شبنم پایدار به ۱۰۰۰ hpc	حداکثر ۱۲ ساعته پایدار نقطه شبنم توفان	تاریخ توفان
۷۲۸۶	۱۷۸۸	۳۲	۲۵	۱۷۷۷	۲۳	۱۹	۱۰۰۱	۱۳	۱۴	۳	۱۳۵۲/۲/۱۳ ۱۹۸۶/۵/۳

جدول شماره ۸: بیشینه سازی رطوبت توفان برگزیده در ایستگاه سیمان

FM	MW	سرعت باد حداکثر شده یا دوره بارگشت ۵۰ ساله	حداکثر ۱۲ ساعته سرعت باد توفان	MP	WS آب قابل بارش	تبدیل نقطه شبنم بارگشت ۵۰ ساله به ۱۰۰۰ hpc	حداکثر ۱۲ ساعته پایدار نقطه شبنم یا دوره ۵۰ ساله	W/m آب قابل بارش	تبدیل دمای نقطه شبنم پایدار به ۱۰۰۰ hpc	حداکثر ۱۲ ساعته پایدار نقطه شبنم توفان	تاریخ توفان
۳۳۴	۱۷۴	۳۱	۲۵	۲۷۷	۵۱	۲۴	۱۹	۱۷/۵	۱۷	۹	۱۳۵۲/۲/۱۳ ۱۹۸۶/۵/۳

جدول شماره ۹: برآورد بارش احتمالی حوضه در تناوهای ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعته

P.M.P ۷۲ ساعته	P.M.P ۴۸ ساعته	P.M.P ۲۴ ساعته	FM توفان	ضریب توفان	تاریخ
۲۲۹/۶	۱۸۳۷/۶	۱۲۴/۶	۲/۸		۱۳۳۵/۲/۱۳

جدول شماره ۱۰ آمار بارندگی و درصد بارندگی توفان ۱۳/۲/۶۵ تا ۱۵/۲/۱۳۶۵

ردیف	ایستگاه	ارتفاع	میانگین بارش ۲۹ ساله	میزان بارش ۲۴ ساعته	میزان بارش ۴۸ ساعته	میزان بارش ۷۲ ساعته	میزان بارش ۲۴ ساعته	بارش ۴۸ ساعته به میانگین سالانه	نسبت بارش ۷۲ ساعته به میانگین
۱	تیان	۱۶۵۰	۴۳۳/۲	۴۲	۷۹/۵	۹۴	۹/۷۳	۱۸/۳۹	۲۱/۷۵
۲	ماملو	۱۴۰۰	۲۶۴/۲۵	۲۳	۳۹/۵	۵۴	۸/۷	۱۴/۹	۲۰/۴۳
۳	شریف آباد	۹۸۰	۱۴/۵۲	۱۶	۲۲	۲۶	۱۱/۰۹	۱۵/۱۵	۱۷/۹
۴	تاران	۱۷۹۰	۵۱۸/۸	۳۳	۸۶	۹۲	۸/۴۸	۱۶/۵۷	۱۷/۷۳
۵	نیکنام ده	۱۹۰۰	۵۵۱/۹	۴۸	۹۳	۹۵	۸/۶۹	۱۶/۸۵	۱۷/۲۱
۶	کند سفلی	۲۰۰۰	۴۷۳	۵۳	۹۶	۱۰۵/۵	۱۱/۲	۲۰/۳	۲۲/۳۰
۷	فروزکوه	۱۹۱۰	۲۶۱	۲۶	۴۳	۴۷	۹/۹۶	۱۶/۴۷	۱۸
۸	آبعلی	۲۶۶۵	۴۹۶	۵۵	۸۴	۹۴	۱۱/۰۸	۱۶/۹۳	۱۸/۹۵
۹	همند آبسرد	۱۸۰۰	۳۱۲/۲	۳۳	۶۶	۷۱	۱۴/۱	۲۱/۱۴	۲۲/۷۴
۱۰	رینه لاریجان	۱۹۵۰	۳۷۹	۴۷	۶۲	۹۰	۱۲/۴	۱۶/۳۶	۲۳/۷۵