Archive of SID

برآورد حداکثر بارش محتمل در حوضهٔ آبخیز ماملو

دکتر زهرا حجازی زاده*

تهمینه صالحی پاک**

چکیده:

برای محاسبهٔ PMP[1] حوضهٔ آبخیز ماملو، از آمار دبی حداکثر لحظه‌ای (دورهٔ آماری۱۳۲٤تا۱۳۷۲) و هم زمانی آن با آمار بارش بیشینهٔ ۲٤ ساعتهٔ فراگیر (دورهٔ آماری۱۳٤٦تا۱۳۷٦)، ۳ توفان در تاریخ‌های۱۳٦۵/۲/۱۳، ۱۳٦٦/۵/٤، ۱۳۷۱/۲/۵، انتخاب شد. در تحلیل DAD[2] حوضه، منحنی هم نسبت (نسبت رگبار به بارش نرمال سالیانه) هر توفان با نقشهٔ هم باران نرمال سالیانه منطبق گردید و نقشهٔ هم‌باران توفان تهیه شد. همچنین با تحلیل فراوانی سری داده‌های دراز مدت ، حداکثر۱۲ ساعتهٔ پایدار، دمای نقطهٔ شبنم و تندی باد، برای دورهٔ تناوب۵۰ ساله حاصل شد و نیز با استفاده از آمار بیشینهٔ۱۲ساعتهٔ پایدار دمای نقطهٔ شبنم در روزهای توفانی، ضریب بیشینهٔ توفان به دست آمد. با اعمال این ضریب در متوسط بارش حوضه،۲٤،٤۸،۷۲ PMP ساعتهٔ حوضه، به ترتیب معادل۱۲٦/٦mm، ۱۸۳/۷٦mm و۲۲۹/٦mm به‌دست آمد.

با بررسی و تفسیر نقشه‌های سینوپتیک سطح زمین،۸۵۰ 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

[1] Probable Maximum Precipitation .

[2] Dureation Area Depht .

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

حداکثر بارش محتمل بیشترین ارتفاع بارندگی است که در دورهٔ زمانی معین در یک حوضه به وقوع می‌پیوندد (W.M.O). بررسی در بارهٔ حداکثر بارش محتمل، جهت ارزیابی و برآورد حداکثر سیل محتمل برای طراحی هرگونه سازهٔ هیدرولوژیکی شهری و غیرشهری ضروری است. پیش از طراحی هر گونه 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 بررسی ها در کشور ما تازگی دارد. از طرفی، کمیتهٔ ملی سدسازی و به خصوص کمیتهٔ ملی سدهای بزرگ(icoid) تأکید کرده اند که ظرفیت سرریزها با توجه به حداکثر سیل محتمل(PMF) برآورده شود و براساسPMP سینوپتیکی کنترل و محاسبه گردد.

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش خسارات جانی و مالی ناشی از سیل، یکی از اهداف اصلی دهۀ جهانی کاهش فاجعۀ طبیعی (IDNDR) است.این دهه از اول ژانویۀ 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 حوضۀ سد ماملو (نقشۀ شمارۀ۱) است که در آن با استفاده از داده‌ها و دانش هواشناسی، هیدرولوژی و جغرافیا، الگویی ارائه شده است.

اهداف مرحله‌ای عبارتند از:

الف) تهیۀ نقشۀ هم باران حوضۀ به کمک نقشۀ هم درصد و بارش طبیعی سالیانه؛

ب) تهیۀ منحنیDAD؛

ج) بیشینه کردن حداکثر۱۲ساعتۀ پایدار دمای نقطۀ شبنم و سرعت باد ؛

د) محاسبۀ ضریب نهایی توفان ؛

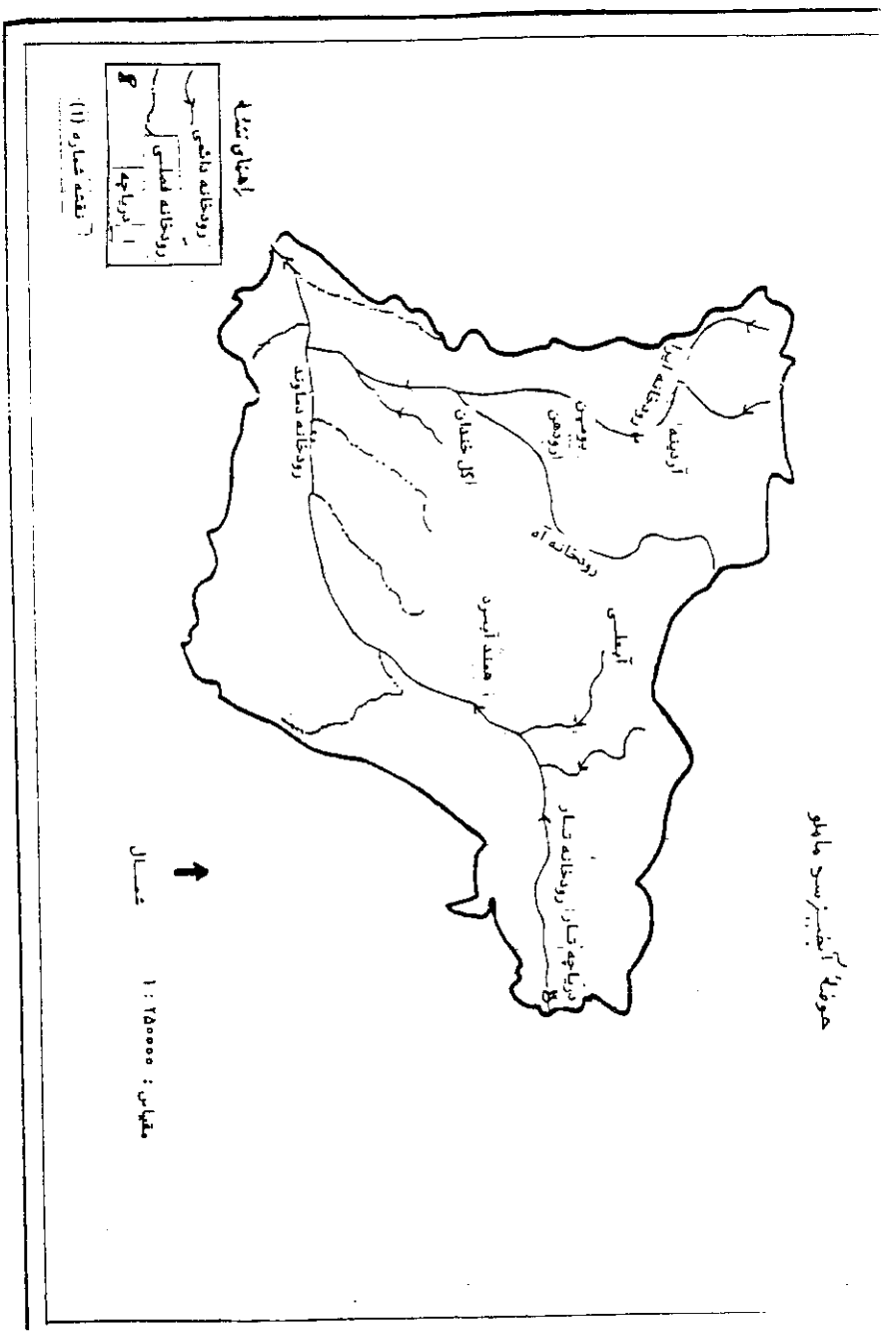
ه) توجیه سینوپتیکی توفان.

پیشینۀ تحقیق

از تاریخ ۱۹۵۰ مفهومPMP جایگزین مفهوم (MPP) شد. هاتاوی (۱۹٤۵) 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.

www.SID.ir

Archive of SID



www.SID.ir

Archive of SID

هرشفیلد (۱۹٦۲) نقشه‌ای از منحنی‌های هم نسبت بارانِ متوسطِ یک ساعته در دوره‌های بازگشت مختلف تهیه کرد و با ارائهٔ ضرایب تعدیلی که براساس سطح صورت می‌گیرد، مقدارPMP را برآورد کرد.

بل (۱۹٦۹) نسبت های 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 دورهٔ آماری (۱۳۲٤ تا ۱۳۷۰) و ایستگاه ماملو طی دوره (۱۳۲۷ تا ۱۳۷۲) از سازمان آب منطقه‌ای تهران استخراج شد؛

۲) آمار بارندگی، شامل میانگین بارش برای سال های (۱۳٤٦ تا ۱۳۷٦) و بارش حداکثر در روزهای توفانی۱۳ تا ۱۵ اردیبهشت۱۳٦۵،٤ تا ٦ مرداد۱۳٦٦، ۷ تا ۱۰ فروردین۱۳۷۱ از سال نامهٔ بارندگی وزارت نیرو استخراج شد؛

۳) حداکثر۱۲ساعتهٔ پایدار دمای نقطه شبنم و سرعت باد برای دوره‌های۱۰روزه، ایستگاه های سینوپتیک سمنان شامل دورهٔ (۱۹٦۵ تا ۱۹۹٤) و آبعلی (۱۹۸۳ تا ۱۹۹۵) از دفاتر هواشناسی استخراج شد؛

٤) حداکثر۱۲ساعتهٔ پایدار دمای نقطهٔ شبنم و سرعت باد و سایر پارامترهای هواشناسی ایستگاه‌های سمنان و آبعلی در طی روزهای توفانی (با توجه به۳ توفان

www.SID.ir

Archive of SID

برگزیده)، بررسی و استخراج شد؛

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

٦) نقشه‌های توپوگرافی در مقیاس های،۲۵۰۰۰۰: ۱ و ۵۰۰۰۰۰: ۱ .

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 تاریخ‌های۱۳٦۵/۲/۱۳، ۱۳٦٦/۵/٤، ۱۳۷۱/۲/۵ انتخاب شد (جدول ۱ تا ۳). برای محاسبهPMP حوضه، نیاز به تحلیلDAD است. و برای این کار باید نقشهٔ هم بارش هر توفان تهیه می‌شد. به منظور بررسی تصادفی بودن داده‌ها از آزمون run test استفاده شد که در سطح معنادار ۰/۰۱ همهٔ 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 همهٔ 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 (نقشهٔ منتخب شمارهٔ۲)، محل برخورد منحنی هم درصد با نرمال سالانه علامت زده و مقادیر آنها در هم ضرب شد و

www.SID.ir

Archive of SID

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

در پایان، نقشه‌های هم رگبار با نقشه‌های توپوگرافی منطبق شد، و درستی کار روشن شد؛ زیرا خطوط هم رگبار با منحنی‌های هم میزان همخوانی داشته و در هیچ کجا یکدیگر را قطع نمی‌کنند.

۳. تهیهٔ منحنی D.A.D

پس از پلانی متر نقشه‌ها و تهیهٔ جداول (٤تا٦) متوسط بارش توفان‌ها در تداوم‌های مختلف محاسبه شد. با استفاده از منحنی پوش ماکزیمم متوسط‌های بارش توفان برای تداوم‌های ٢٤، ٤٨و٧٢ ساعته، منحنیDAD کل حوضه ترسیم شد (منحنی شماره۱).

۱-۳. محاسبهٔ آب قابل بارش توفان

برای محاسبهٔ 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، دورهٔ بازگشت ۵۰ سالهٔ حداکثر تداوم۱۲ ساعتهٔ دمای نقطهٔ شبنم در سه دورهٔ۱۰روزه، با استفاده از نرم‌افزارHYFA وبا استفاده از روش گشتاورها در سطح اعتماد۹۵٪ بهترین الگو محاسبه و براساس آن، منحنی پوش در ایستگاه‌های سمنان و آبعلی ترسیم شد(منحنی‌های شمارهٔ۲و۳).

آب قابل بارش توفان با توجه به ارتفاع متوسط حوضه که براساس منحنی هیپسومتریک۲۰۰۰ متر به دست آمده و به کمک نمودار و جداول پیشنهادی سازمان

www.SID.ir

Archive of SID

جهانی هواشناسی(WMO.332) و با استفاده از حداکثر۱۲ ساعتهٔ پایدار دمـای نقطـهٔ شبنم روزهای توفانی، محاسبه شد. آب قابل بارش برآورد شده نیز با توجه به منحنی پوش دمای نقطهٔ شبنم و نمودار و جداول پیشنهادی(WMO) به دست آمد. نتیجه بـه تفکیک ایستگاه‌های سینوپتیک آبعلی و سمنان در جداول شمارهٔ (۸ و۷) آورده شـده است.

۲-۳. *محاسبهٔ ضریب حداکثر آب قابل بارش*

برای محاسبهٔ ضریب حداکثر آب قابل بارش از رابطهٔ زیر استفاده شد.

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

MP= ضریب حداکثر آب قابل بارش ؛

MPW= حداکثر آب قابل بارش با دوره بازگشت۵۰ ساله ؛

PWS= آب قابل بارش توفان .

نتیجهٔ محاسبه در جداول (۸ و۷) ذکر شده است.

۳-۳. *محاسبهٔ ضریب بیشینهٔ باد*

صعود هوا و ریزش‌های شدید جوی از عوامل جغرافیایی به ویژه توپوگرافـی تأثیر می‌پذیرد. لاسات و پیجرور (۱۹۹۷)، انواع باران را در٤ طبقه دسته‌بندی کـرده و نتیجه گرفته‌اند که توپوگرافی، ناپایداری هوا و دمای بالای سطح دریا با وقوع مقادیر بارش‌های سنگین ارتباط دارند. همچنین تحقیقات به عمل آمـده کـرادوم و دونکـن

www.SID.ir

Archive of SID

(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 مدل٤ پارامتره را پیشنهاد کرده‌اند. چون حوضهٔ بررسی در منطقهٔ کوهستانی واقع شده برای به دست آوردن مقدار صحیحPMP تأثیر باد در نظر گرفته شده است. به این منظور، چون طول دورهٔ آماری کوتاه‌تر از۵۰ سال است. همانند دمای نقطهٔ شبنم، حداکثر۱۲ ساعتهٔ پایدار سرعت باد، به کمک نرم‌افزار HYFA تحلیل فراوانی صورت گرفت و دورهٔ تناوب۵۰ سالهٔ آن محاسبه شد. سپس منحنی پوش داده‌های به دست آمده ترسیم شد (نمودارهای ٤و٥) از نسبت حداکثر۱۲ساعتهٔ پایدار برآورد شدهٔ سرعت باد و حداکثر۱۲ساعتهٔ پایدار تندی باد در روزهای توفانی (که از دفاتر دیده‌بانی سازمان هواشناسی، استخراج شده)، ضریب بیشینهٔ باد به دست آمد، جداول شمارهٔ (۸ و۷).

$$MW = \frac{MW1}{MW2}$$ (رابطهٔ ۲)

MW= ضریب بیشینهٔ باد؛

MW1= ضریب حداکثر۱۲ساعتهٔ پایدار تندی باد برآورده شده؛

MW2= ضریب حداکثر۱۲ساعتهٔ پایدار تندی باد در روز توفان.

٤-۳.محاسبهٔ ضریب بیشینهٔ توفان

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

www.SID.ir

Archive of SID

$FM = MP.MW$ (رابطهٔ ۳)

FM : ضریب پیشینهٔ توفان ؛

MP = ضریب حداکثر قابل بارش که بر اساس دمای نقطهٔ شبنم ۱۲ ساعتهٔ پایدار به دست آمد؛

MW= ضریب حداکثر ۱۲ساعت پایدار سرعت باد.

۳-۵. محاسبهٔ PMP

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

٤. بحث و بررسی نتایج

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

نقشه شمارهٔ (۲) ، منحنی هم بارش نرمال سالیانه حوضه را نشان می‌دهد.با بررسی نقشه های نرمال هم بارش و نقشه های هم رگبار توفان ٦٥/٢/١٣ (نقشه های ۲ تا ٤) نتیجه گیری می‌شود، 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

www.SID.ir

Archive of SID

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

جداول شمارهٔ (٤) تا (٦) به ترتیب مراحل مختلف محاسبهٔ متوسط حداکثر بارش ٢٤، ٤٨، ٧٢ ساعت توفان ٦٥/٢/١٣ را نشان می‌دهد. که مطابق با آن متوسط حداکثر بارش این توفان در کل حوضه برای تداوم های یاد شده به ترتیب ٦٥/٦٣ و ٩١/٩٦ محاسبه شده است.

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

نمودارشمارهٔ (١) DAD حوضه است که به شدت تحت تأثیر مقادیر رگبار توفان ٦٥/٢/١٣ واقع شده است این نمودار ، نمودار پوش DADحوضه است.

بنابراین با توجه با این منحنی و مقادیر دبی حداکثر لحظه ای (دبی peak) حوضه توفان ٦٥/٢/١٣ به عنوان توفان شاخص حوضه شناخته شد.

نمودارهای شمارهٔ (٢و٣) منحنی پوش حداکثر ١٢ ساعتهٔ پایدار دمای نقطهٔ شبنم ایستگاه سمنان با دورهٔ بازگشت ٥٠ ساله است. نمودارهای شمارهٔ (٤و٥) نیز منحنی پوش حداکثر ١٢ ساعتهٔ سرعت باد ایستگاه سمنان با دورهٔ بازگشت ٥٠ ساله است.

مطابق جدول شمارهٔ (٧) ضریب بیشینهٔ توفان ٦٥/٢/١٣ ، ٢/٨ است . جدول شمارهٔ (٨) PMP محاسبه شدهٔ توفان را نشان می‌دهد که برای توفان مورد بحث در تداوم های ٧٢،٤٨،٢٤ ساعته ، مقادیر ١٢٤/٦ ، ١٨٣/٧٦ و ٢٢٩/٦ به دست آمد.

حجم آبی که در اثر PMP ٢٤ ساعته در حوضه روان خواهد شد معادل ١٠٩٦/٥ خواهد بود.

www.SID.ir

Archive of SID

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

نقشهٔ شمارهٔ (۵) لایه های سطحی ۱/۵/۱۹۸۶ است .

در شرق مدیترانه سلول چرخندهٔ ۱۰۰۰ میلی بار تشکیل شده و بر روی شبه جزیرهٔ عربستان ، غرب وجنوب غرب ایران تا کشورهای همسایه شرقی ایران جبهه تشکیل شده است . زبانهٔ واچرخنده سیبری تا ۴۰°N و ۴۰°E کشیده شده است .

نقشهٔ شمارهٔ (۶) سطح ۸۵۰ هکتو پاسکال ۳/۵/۱۹۸۶ است .

سامانهٔ واچرخند شرق مدیترانه و شمال دریای سیاه، زبانهٔ کم فشار سطح زمین را همراهی می‌کند . سطح سلول چرخند نسبت به روز قبل وسیع تر شده سرعت باد افزایش یافته است و هوای گرم ومرطوب دریای سرخ برروی خاورمیانه وایران فرو می ریزد . زبانهٔ واچرخند سیبری به دوسلول با مرکز ۱۵۲ و ۱۴۸ هکتو پاسکال تبدیل شده است که به صورت سامانه عمل می‌کند .

نقشهٔ شمارهٔ (۷) سطح ۵۰۰ هکتو پاسکال ۳/۵/۱۹۸۶ است .

سامانه‌های لایه های زیرین توسط سامانهٔ چرخندی این سطح که محور آن با جهتی شمال، شمال غرب، جنوب ، شرق سرتا سر شرق اروپارا تا جنوب ۲۰° N طی کرده ، همراهی می‌شوند .

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه گیری

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

زبانهٔ واچرخند سیبری ، به سمت عرضهای پایین ، و واچرخند تشکیل شده در غرب مدیترانه به سمت شرق پیش روی می‌کند .

ـ حرکت روبه جنوب واچرخند جنب حاره STHP سبب نفوذ سامانه‌های توفان‌زا بر ایران می‌شود ، 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 سامانهٔ چرخند پس از عبور از شرق مدیترانه، شمال آفریقا و دریای سرخ، در شمال عربستان و روی سوریه ، عراق و ترکیه مستقر می‌شود (نقشه های شمارهٔ 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 می‌گذرد ، در جلوی مرکز چرخند، سبب تقویت سامانه شده و بارش فراوانی در منطقه ایجاد می‌کند (نقشه های شمارهٔ ۵و۷)

- چرخند مدیترانه‌ای 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 می‌کند (نقشه های شمارهٔ ۵تا۷) .
- سیستم های سطح زمین با سیستم های فوقانی همراهی می‌شود (همهٔ نقشه ها).

www.SID.ir

Archive of SID

- چرخند روسیه و اروپای شرقی ، سبب کندی حرکت سامانه های بـاران زا می‌شوند (نقشه های ۵ تا ۷) .

- بیشترین بارش در جنوب شرقی تراف که سرعت باد شدیدتر و هـم گرایـی بیشتر است رخ می‌دهد (نقشه های شمارهٔ ۵ تا ۷).

- با حاکمیت واچرخند روی خزر، رطوبت از میان دره هایی که تـهران را بـه جلگهٔ مازندران متصل می‌کند وارد منطقه می شود .

- زمانی که مراکز چرخندهای سطوح مختلـف بـر یکدیـگر منطبـق شـوند و محور فضایی قائم شوند، مرگ سامانه فرا می‌رسد .

- با ورود سامانه ها به منطقهٔ دمای نقطهٔ شـبنم بـه دنبـال آن رطوبـت نسـبی افزایش می‌یابد . و با ایجاد ابرهایی از نوع کومولونیمبوس و نیمبوس بـارش با رگبارهای شدیدی در منطقه شروع می شود .

www.SID.ir

Archive of SID

پی نوشت ها:

1- probable maximum precipition .

2- dureation area depht .

۳- در مقالهٔ 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 - maximun possible preceipitation.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع :

۱. پاکدامن، امیرحسین (۱۳۶۹) : « حداکثر بارندگی محتمل به روش سینوپتیک »، *مجموعهٔ مقالات اولین کنفرانس هیدرولوژی*

۲. حجازی زاده، (۱۳۷۲): *بررسی نوسانات فشار زیاد جنب حاره در تغییر فصل ایران*، پایان نامهٔ دکتری، دانشگاه تربیت مدرس

۳. قهرمان، بیژن (و) علیرضا سپاسخواه (۱۳۷۵) : « *تخمین حداکثر بارش های محتمل (PMP) کوتاه مدت در جنوب ایران* »، نیوار، شمارهٔ ۳۰ .

٤. نجمایی، محمد (۱۳٦۸) : *هیدرولوژی مهندسی*، جلد دوم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت .

۵. مهندسی مشاور مهاب قدس، *طرح بهینه سازی سدِ 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 precipition,*** No, 237 .

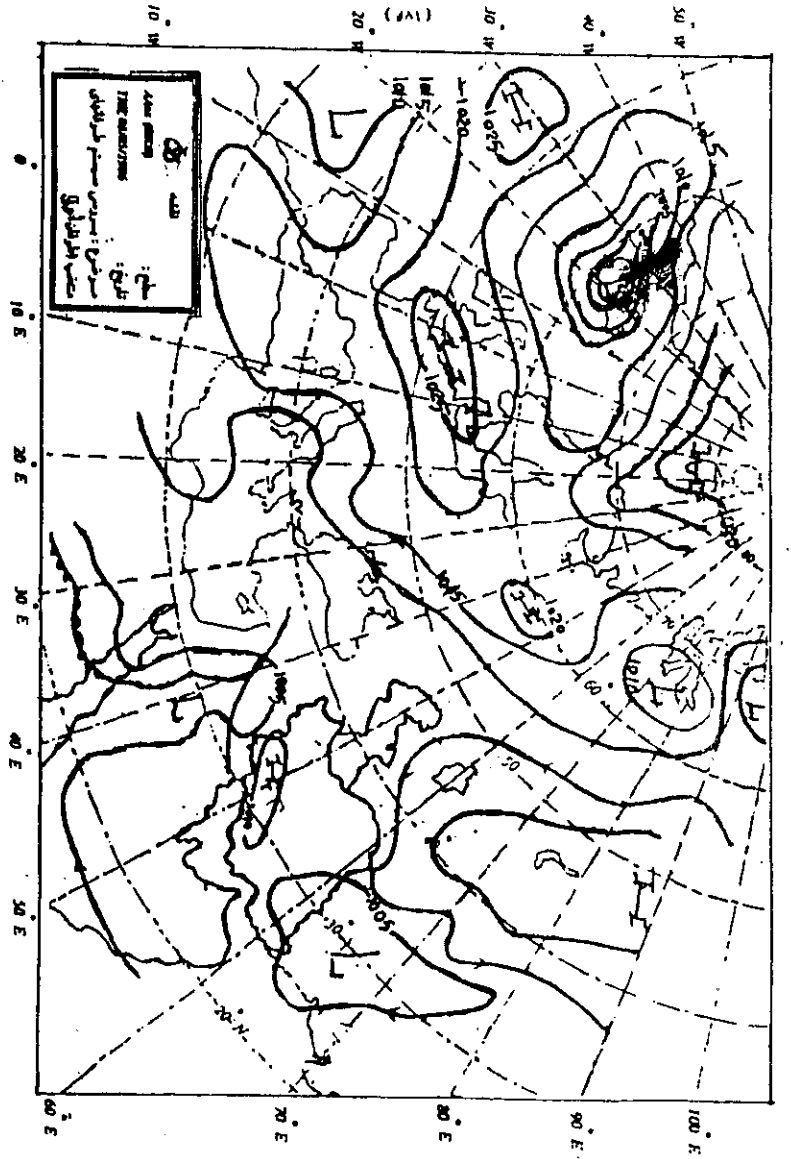
9. LLASAT M.C. and puigcerver M, (1997); " Total rainfall and convective rainfall in catalonia Spain " , ***Internatinal Journal of Climatology***, Vol. 17 .

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 .

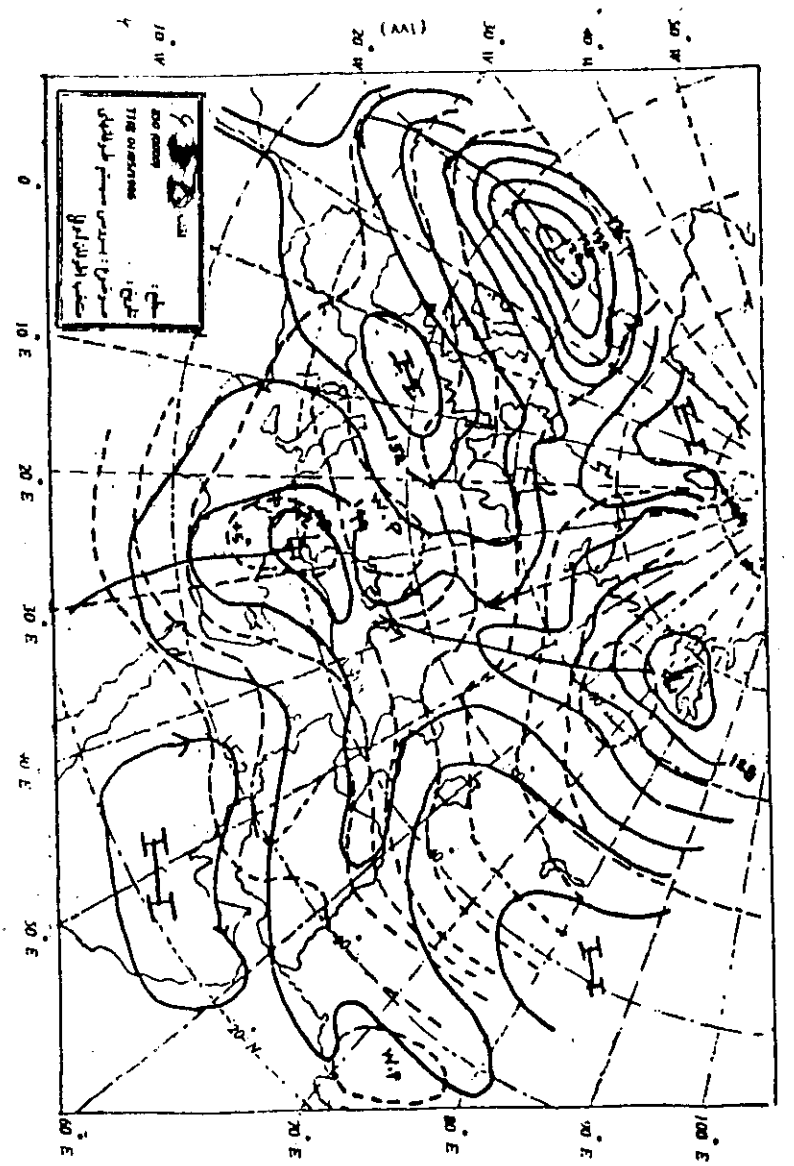
www.SID.ir

Archive of SID



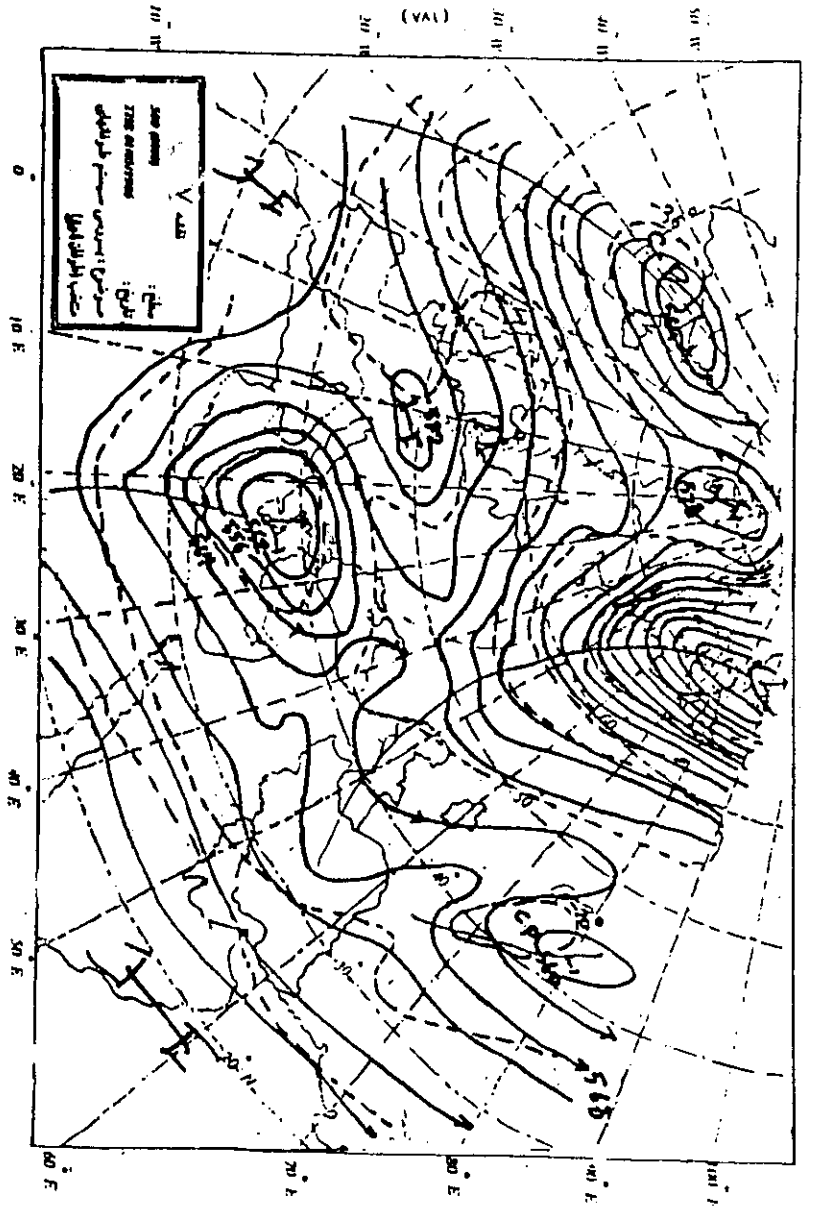
www.SID.ir

Archive of SID



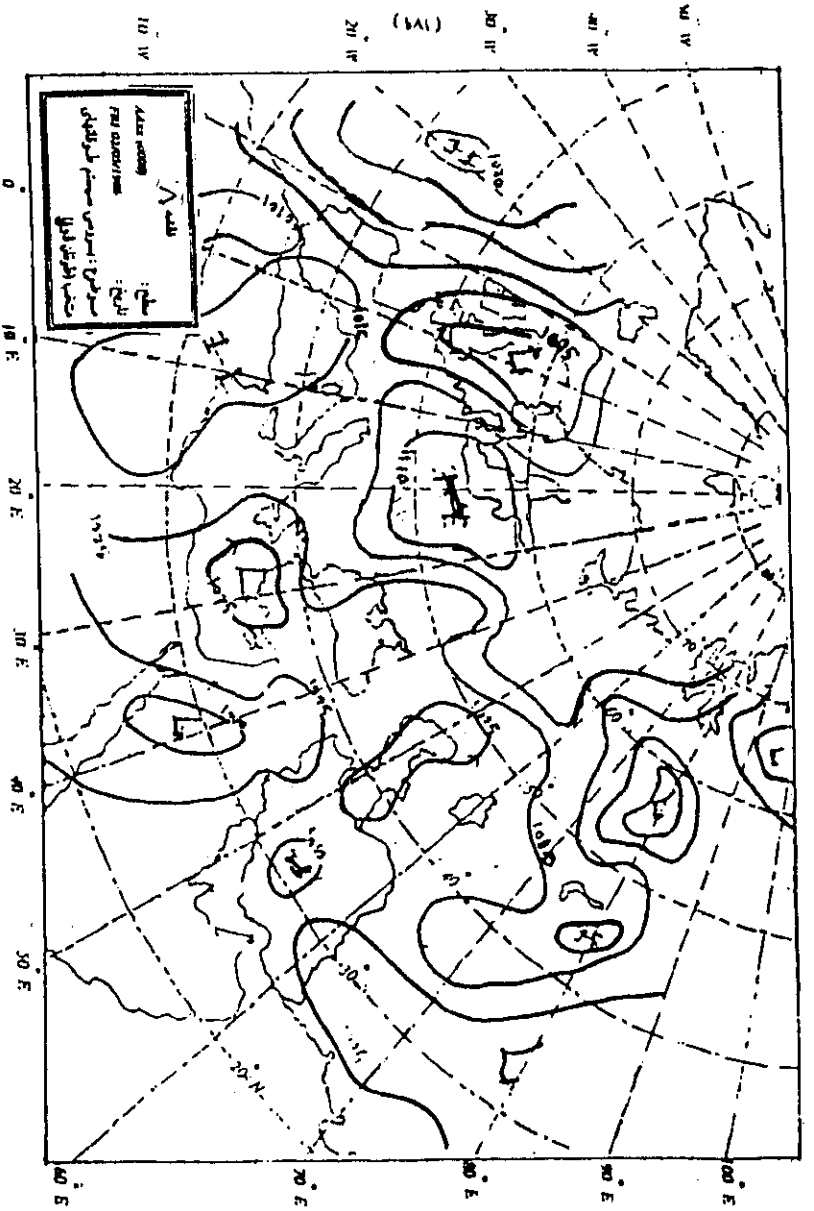
www.SID.ir

Archive of SID



www.SID.ir

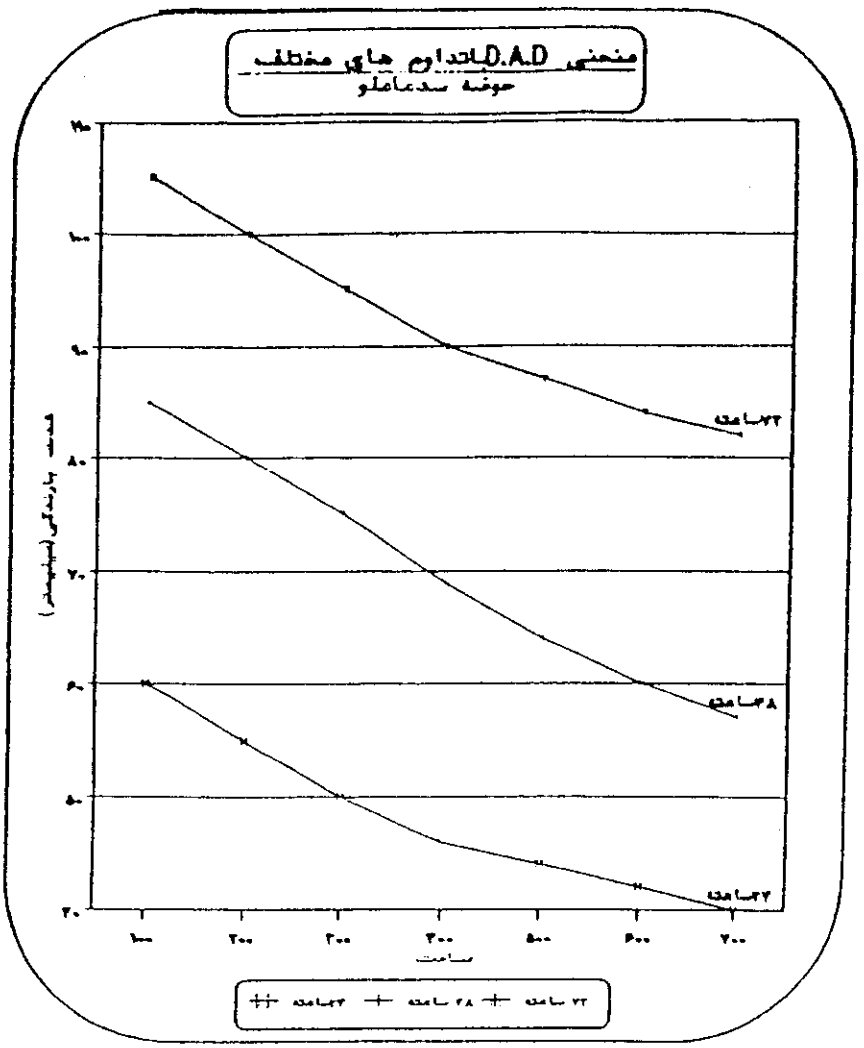
Archive of SID



www.SID.ir

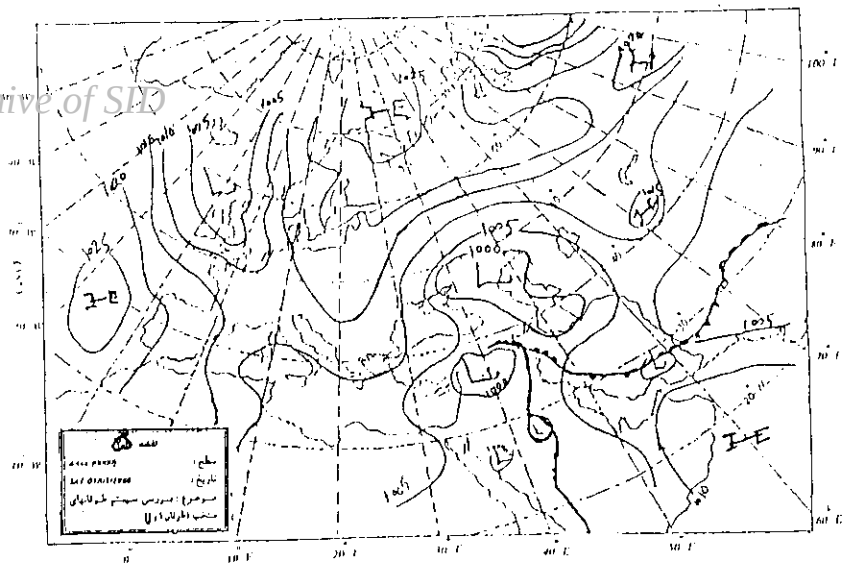
Archive of SID

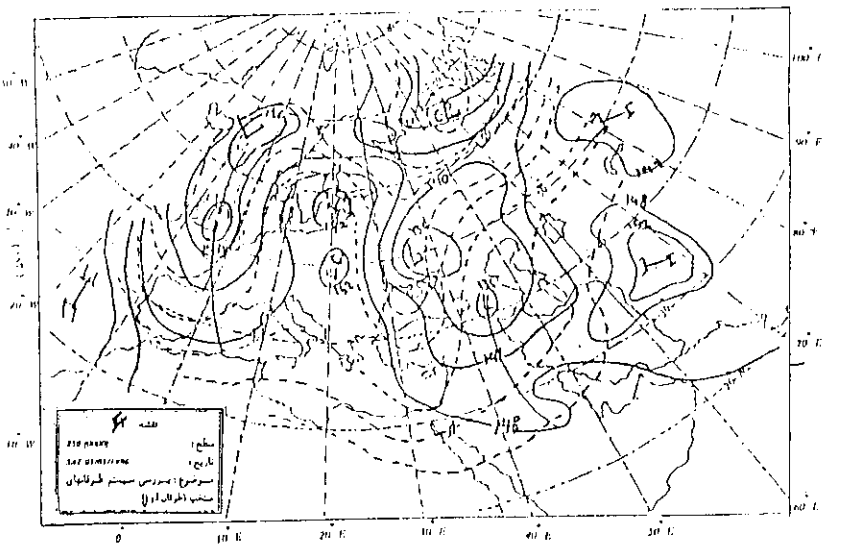
نمودار (۱)

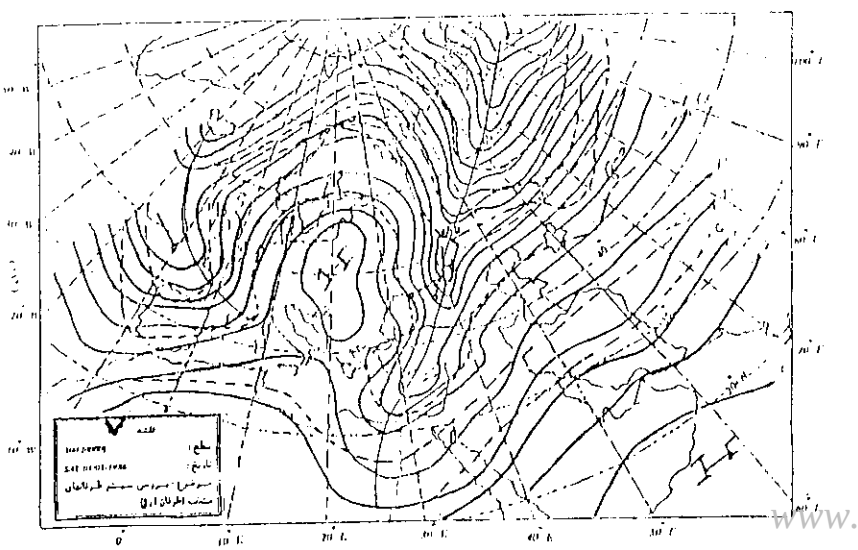


www.SID.ir

Archive of SID

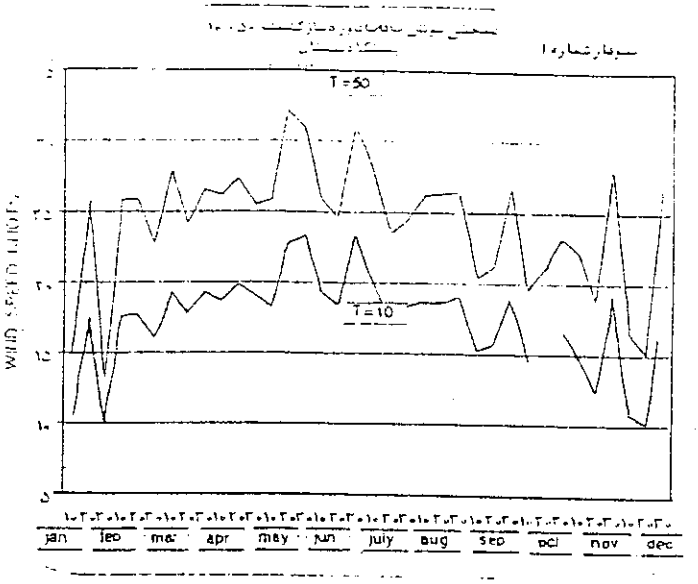


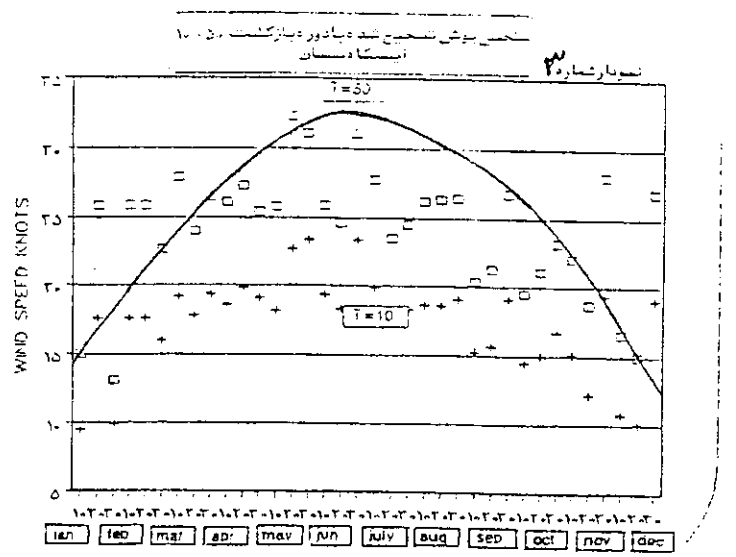




www.SID.ir

Archive of SID

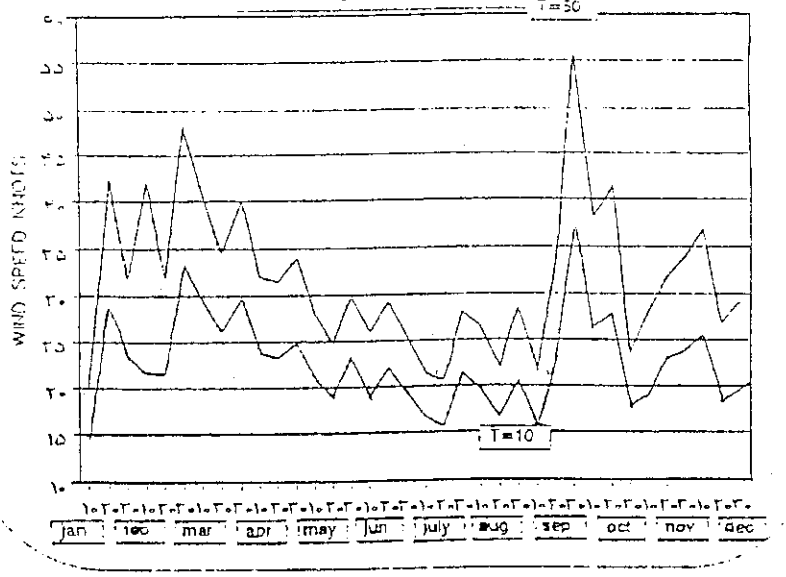




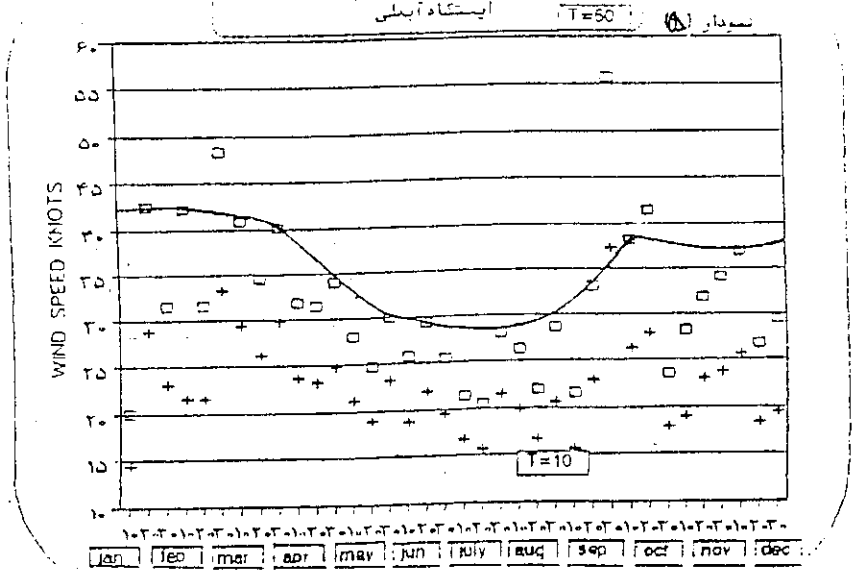
www.SID.ir

Archive of SID

نمودار (۴) منحنی پوش بادهای دوره بازگشت ۱۰، ۵۰ ایستگاه آبیلی



نمودار (۵) منحنی پوش تصحیح شده بادهای دوره بازگشت ۱۰، ۵۰ ایستگاه آبیلی



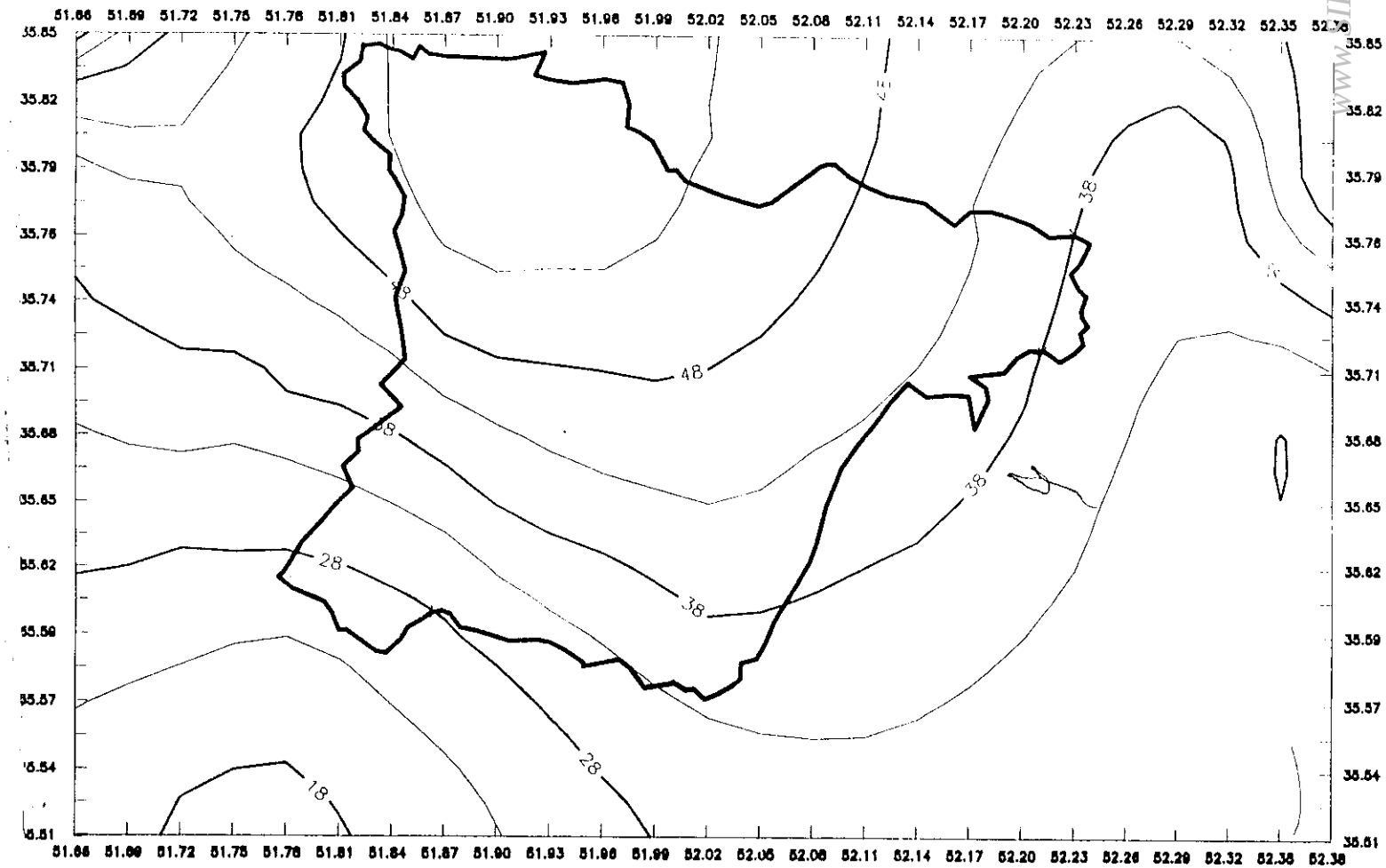
www.SID.ir

نقشه شماره ۲۰

65/2/13

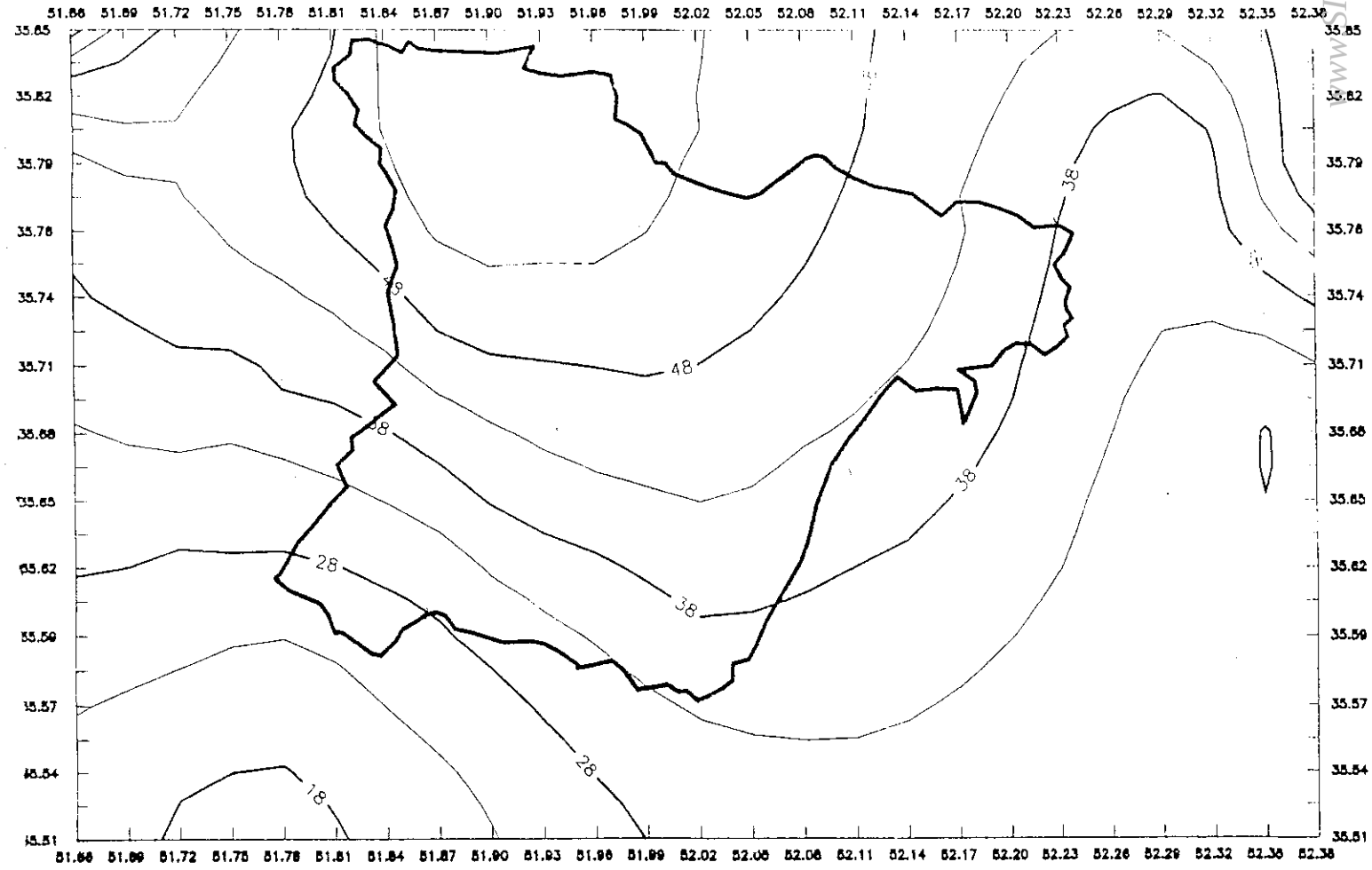
همباران ۲۴ ساعته

SCALE 1:250000

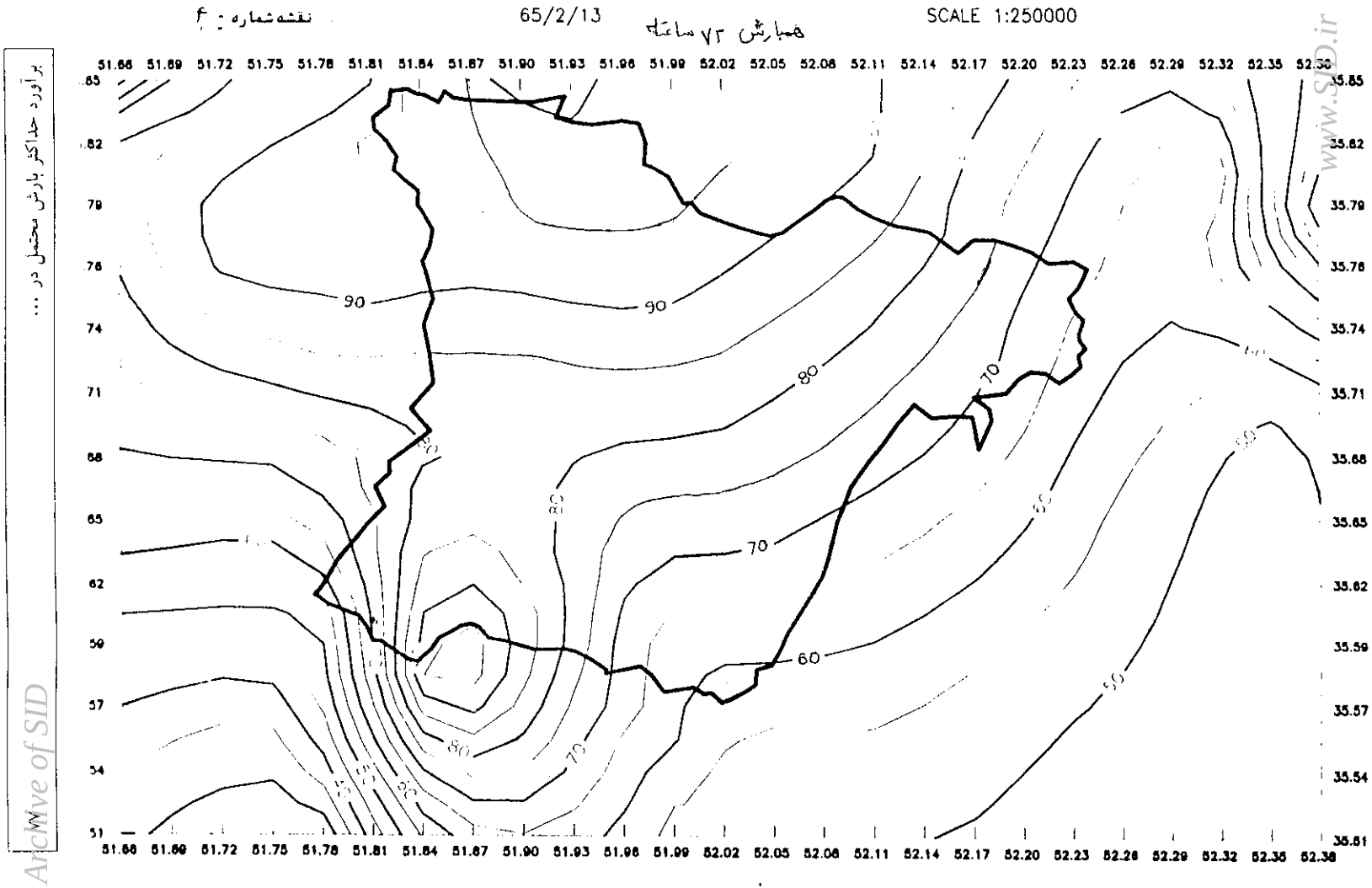


Archive of SID
www.SID.ir

نقشه شماره ۲ FIREST STORM 65/2/13 24 HOUR SCALE 1:250000



Archive of SID
www.SID.ir

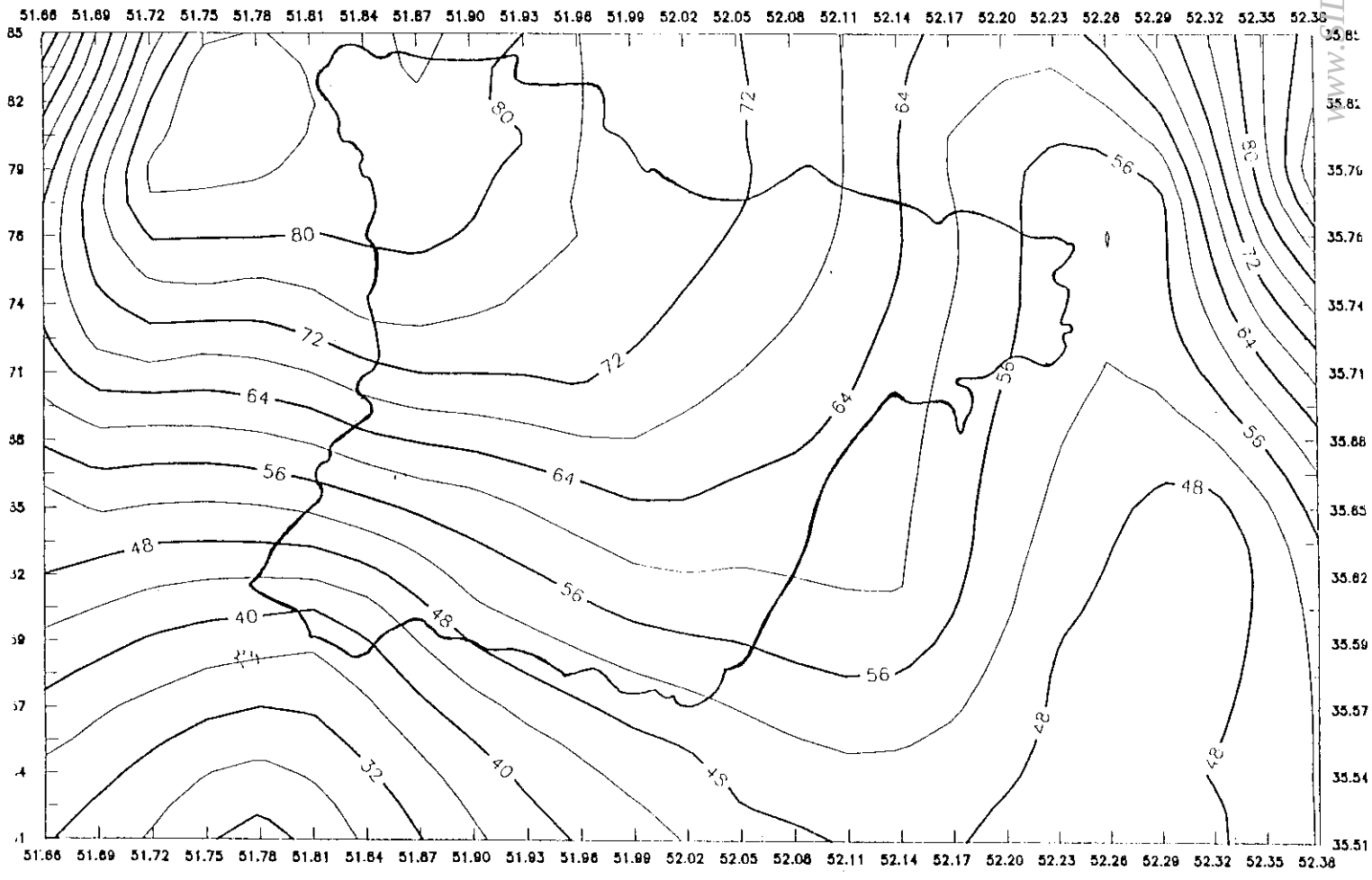


Archive of SID
www.SID.ir

همبارش ۴۸ ساعته

نقشه شماره (۳) 65/2/13 SCALE 1:250000

برآورد حداکثر بارش محتمل در ...



Archive of SID

www.SID.ir

www.SID.ir

جدول شماره ۱: آمار ایستگاههای هیدرومتری منتخب

تاریخ	ایستگاه	دبی حداکثر لحظه ای m^3/s	دبی روزانه m^3/s	متوسط سالانه دبی لحظه ای (۱۳۲٤-۱۳۷۰)	متوسط سالانه دبی روزانه (۱۳۲٤-۷۰)
٦٥/٢/١٥	لتیان	۱۵۸	۱۱۳/۹۵	۹۰/۳٤	٦٤/٤٢
٦٥/٢/١٤	رودک	٦٧/٧٠	۵۵/۱۷	٦٦/٨٠	٤٦/٣٥

جدول ۲ : آمار بارندگی مربوط به رگبار ۱۳٦۵/۲/۱۳ در ایستگاههای درون و پیرامون حوضه سد ماملو

ایستگاه / ساعت	رودک	لتیان	مراد	سرخه‌یار	شمشک	گرمه‌دره	ماملو	حسنک	شریعت آباد	آهار	تاررود	لواسان بزرگ	باقر آباد	جواد آباد	موته	رودبار قصران	تلکان ده	امامزاده	کند سفلی	فیروز کوه
٦٥ ٢ ١٣	٤١/٥	٤٢	٣٤	٣٦/٥	٣٨/٥	۵۵	٢٣	۰	٦	٣٨	٤٤	٢۰/١	١١٫٥	٨٫٥	٤	۵۰	٤٨	٤٢	۵٣	١٧
٦٥ ٢ ١٤	٤٣/٥	٣٧٫٥	٤١	٣۵/٥	٦٤	٣۵	١٦/٥	١٦	١٦	٧۰	٤٢	٤۵/٥	٢۰	١٩٫٥	٢٤	۵۰	٤۵	٢٩	٤٣	٢٦
٦٥/٢ ١٥	٤	۰/٥	٤	۰	۰	١١	١٤/٥	٢۵	٤	۰	٦	۰	۰	٤	٣	٣	٢	۵	٩٫٥	٤

Archive of SID

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

ردیف	ایستگاه	ارتفاع	میانگین بارش ۲۹ سالانه	میزان بارش ۲۴ساعته	میزان بارش ۴۸ ساعته	میزان بارش ۷۲ ساعته	بارش ۲۴ ساعته٪	بارش ۴۸ ساعته به سالانه ٪	نسبت بارش ۷۲ساعته به سالانه ٪
۱	لتیان	۱۶۵۰	۴۳۲/۲	۴۲	۷۹/۵	۹۴	۹/۷۲	۱۸/۳۹	۲۱/۷۵
۲	ماملو	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	۱۷/۹
۴	ناران	۱۷۹۰	۵۱۸/۸	۴۴	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	فیروزکوه	۱۹۱۰	۲۶۱	۲۶	۴۳	۴۷	۹/۹۶	۱۶/۴۷	۱۸
۸	آبعلی	۲۴۶۵	۴۹۶	۵۵	۸۴	۹۴	۱۰/۰۸	۱۶/۹۳	۱۸/۹۵
۹	همند آبسرد	۱۸۰۰	۳۱۲/۲	۴۴	۶۶	۷۱	۱۴/۱	۲۱/۱۴	۲۲/۷۴
۱۰	رینه لاریجان	۱۹۵۰	۳۷۹	۴۷	۶۲	۹۰	۱۲/۴	۱۶/۳۶	۲۳/۷۵

Archive of SID
www.SID.ir

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ٤: محاسبهٔ (ارتفاع ـ مساحت) بارندگی در روزهای بارندگی ماکزیمم

حوضهٔ سد ماملو محاسبهٔ متوسط بارندگی در نقشهٔ هم باران۶۵/۲/۱۳ (بارش۲٤ساعته)

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 برحسب mm بین دو منحنی	مساحت تجمعی	حجم تجمعی بارش به هزارمترمکعب	مقدار متوسط بارندگی در سطح تجمعی mm
۱	> ۵۳	۵۵/۵	۱۲۸/۵۸	۷۱۳۶/۱۹	۱۲۸/۵۸	۷۱۳۶/۱۹	۵۵/۵
۲	٤۸ _ ۵۳	۵۰/۵	۱٤۲/۵	۷۱۹٦/۲۵	۲۷۱/۰۸	۱٤۳۳۲/٤٤	۵۲/۸۷
۳	٤۳ _ ٤۸	٤۵/۵	۱۸۳	۸۳۲٦/۲۵	٤۵٤/۰۸	۲۲٦۵۸/۹٤	٤۹/۹
٤	۳۸ _ ٤۳	٤۰/۵	۱۵۳	٦۱۹٦/۵	٦۰۷/۰۸	۲۸۸۵۵/٤٤	٤۷/۵۳
۵	۳۳ _ ۳۸	۳۵/۵	۸۸/۵	۳۱٤۱/۷۵	٦۹۵/۵۸	۳۱۹۹۷/۱۹	٤٦
٦	۲۸ _ ۳۳	۳۰/۵	٤۷/۰٦	۱٤۳۵/۳۳	۷٤۲/٦٤	۳۳٤۳۲/۵۲	٤۵
۷	> ۲۸	۲۵/۵	۱۸	٤۵۹	۷٦۰/٦٤	۳۳۸۹۱/۵۲	٤٤ ۵٦

Archive of SID

جدول شمارهٔ ۵ : محاسبهٔ (ارتفاع ـ مساحت) بارندگی در روزهای بارندگی ماکزیمم

حوضهٔ سد ماملو محاسبهٔ متوسط بارندگی در نقشهٔ هم باران۶۵/۲/۱۳ (بارش۴۸ساعته)

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 برحسب mm بین دو منحنی	مساحت تجمعی	حجم تجمعی بارش به هزارمترمکعب	مقدار متوسط بارندگی در سطح تجمعی mm
۱	> ۸۰	۸۲	۶۷/۳۷	۵۵۲۴/۳۴	۶۷/۳۷	۵۵۲۵/۳۴	۸۲
۲	۸۰ _ ۷۶	۷۸	۶۵	۵۰۷۰	۱۳۲/۲۷	۱۰۵۹۴/۳۴	۸۰/۳۰
۳	۷۶ _ ۷۲	۷۴	۸۸/۲	۶۵۲۶/۸	۲۲۰/۵۷	۱۷۱۲۱/۱۴	۷۷/۶۲
۴	۷۲ _ ۶۸	۷۰	۹۶/۰۲۵	۶۷۲۱/۷۵	۳۱۶/۵۹	۲۳۸۴۲/۸۹	۷۵/۳۱
۵	۶۸ _ ۶۴	۶۶	۱۰۹/۵۹	۷۲۳۲/۹۴	۴۲۶/۱۸	۳۱۰۷۵/۸۳	۷۲/۹۲
۶	۶۴ _ ۶۰	۶۲	۱۱۰/۳۱	۶۸۳۹/۲۲	۵۳۶/۴۹	۳۷۹۱۵/۰۵	۷۰/۶۷
۷	۶۰ _ ۵۶	۵۸	۸۹/۲۷	۵۱۷۷/۶۶	۶۲۵/۷۶	۴۳۰۹۲/۷۱	۶۸/۸۶
۸	۵۶ _ ۵۲	۵۴	۷۱/۶۲۵	۳۸۶۷/۷۵	۶۹۷/۳۸	۴۶۹۶۰/۴۶	۶۸/۳۴
۹	۵۲ — ۴۸	۵۰	۳۱/۲۵	۱۵۶۲/۵	۷۲۸/۶۳	۴۸۵۲۲/۹۶	۶۶/۶
۱۰	۴۸ _ ۴۴	۴۶	۱۵/۷۵	۷۲۴/۵	۷۴۴/۳۸	۴۹۲۴۷/۴۶	۶۶/۱
۱۱	۴۴ — ۴۰	۴۲	۱۱/۲۵	۴۷۲/۵	۷۵۵/۶۳	۴۹۷۱۹/۹۶	۶۵/۸
۱۲	< ۴۰	۳۸	۵	۲۰۰	۷۶۰/۶۴	۴۹۹۱۹/۹۶	۶۵/۶۳

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ٦٠ محاسبهٔ (ارتفاع ـ مساحت) بارندگی در روزهای بارندگی ماکزیمم
حوضهٔ سد ماملو محاسبهٔ متوسط باربدگی‌ی در نقشهٔ هم باران٦٥/٢/١٣ (بارش٤٨ساعته)

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 برحسب mm بین دو منحنی	مساحت تجمعی	حجم تجمعی بارش به هزارمترمکعب	مقدار متوسط بارندگی در سطح تجمعی mm
١	> ١٠٠	١٠٢/٥	٢	٢٠٥	٢	٢٠٥	١٠٢/٥
٢	٩٥ _ ١٠٠	٩٧/٥	٨٩/٦٢	٨٧٣٧/٩٥	٩١/٦٢	٨٩٤٢/٩٥	٩٧/٦١
٣	٩٠ _ ٩٥	٩٢/٥	٧٤/٧٥	٦٩١٤/٣٧٥	١٦٦/٣٧	١٥٨٥٧/٣٢	٩٥/٣١
٤	٨٥ _ ٩٠	٨٧/٥	١١٤/٦	١٠٠٢٧/٥	٢٨٠/٩٧	٢٥٨٨٤/٨٢	٩٢/١٣
٥	٨٠ _ ٨٥	٨٢/٥	١٧٣/٤٤	١٤٣٠٨/٨	٤٥٤/٤١	٤٠١٩٣/٦٢	٨٨/٤٥
٦	٧٥ _ ٨٠	٧٧/٥	١٢٠/٢٤	٩٣١٨/٦	٥٧٤/٦٥	٤٩٥١٢/٢٢	٨٦/١٦
٧	٧٠ _ ٧٥	٧٢/٥	١٠٠/٢٩	٧٢٧١/٠٢٥	٦٧٤/٩٤	٥٦٧٨٣/٢٥	٨٤/١٣
٨	٦٥ _ ٧٠	٦٧/٥	٤٧/١٣	٣١٨١/٢٧	٧٢٢/٠٧	٥٩٩٦٤/٥٢	٨٣/٠٤٨٥
٩	٦٠ _ ٦٥	٦٢/٥	٣١/٥٧	١٩٧٣/١٢٥	٧٥٣/٦٤	٦١٩٣٧/٦٤	٨٢/١٨
١٠	< ٦٠	٥٧/٥	٧	٤٠٢/٥	٧٦٠/٦٤	٦٢٣٤٠/١٤٥	٩١/٩٦

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شمارهٔ ۷: بیشینه سازی رطوبت توفان برگزیده در ایستگاه آبعلی

تاریخ توفان	حداکثر ۱۲ساعتهٔ پایدار نقطهٔ شبنم توفان	تبدیل دمای نقطهٔ شبنم پایدار به ۱۰۰۰ hpc	Wm آب قابل بارش	حداکثر ۱۲ساعتهٔ پایدار نقطهٔ شبنم یا دورهٔ ۵۰ ساله	تبدیل نقطهٔ شبنم بازگشت ۵۰ساله به ۱۰۰۰ hpc	Ws آب قابل بارش	MP	حداکثر ۱۲ساعتهٔ سرعت باد توفان	سرعت باد حداکثرشده با دورهٔ بازگشت ۵۰ ساله	MW	FM
۱۳۵۲/۲/۱۳ ۱۹۸۶/۵/۳	۳	۱۴	۱۳	۱۰/۱	۱۹	۲۳	۱/۷۷	۲۵	۳۲	۱/۲۸	۲/۲۶

جدول شمارهٔ ۸ : بیشینه سازی رطوبت توفان برگزیده در ایستگاه سمنان

تاریخ توفان	حداکثر ۱۲ساعتهٔ پایدار نقطهٔ شبنم توفان	تبدیل دمای نقطهٔ شبنم پایدار به ۱۰۰۰ hpc	Wm آب قابل بارش	حداکثر ۱۲ساعتهٔ پایدار نقطهٔ شبنم یا دورهٔ ۵۰ ساله	تبدیل نقطهٔ شبنم بازگشت ۵۰ساله به ۱۰۰۰ hpc	Ws آب قابل بارش	MP	حداکثر ۱۲ساعتهٔ سرعت باد توفان	سرعت باد حداکثرشده با دورهٔ بازگشت ۵۰ ساله	MW	FM
۱۳۵۲/۲/۱۳ ۱۹۸۶/۵/۳	۹	۱۷	۱۸/۵	۱۹	۲۴	۵۱	۲/۷	۲۵	۳۱	۱/۲۴	۳/۳۴

جدول شمارهٔ ۹: برآورد بارش احتمالی حوضه در تداوم‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعته

تاریخ	ضریب توفان FM	ساعته ۲۴ P.M.P	ساعته ۴۸ P.M.P	ساعته ۷۲ P.M.P
۱۳۶۵/۲/۱۳	۲/۸	۱۲۴/۶	۱۸۳/۷۶	۲۲۹/۶

Archive of SID
www.SID.ir

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

ردیف	ایستگاه	ارتفاع	میانگین بارش ۲۹ ساله	میزان بارش ۲۴ ساعته	میزان بارش ۴۸ ساعته	میزان بارش ۷۲ ساعته	بارش ۲۴ ساعته	بارش ۴۸ ساعته به میانگین سالانه	نسبت بارش ۷۲ ساعته به میانگین
۱	لتیان	۱۶۵۰	۴۳۲/۲	۴۲	۷۹/۵	۹۴	۹/۷۲	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	ناران	۱۷۹۰	۵۱۸/۸	۴۴	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	فیروزکوه	۱۹۱۰	۲۶۱	۲۶	۴۳	۴۷	۹/۹۶	۱۶/۴۷	۱۸
۸	آبعلی	۲۴۶۵	۴۹۶	۵۵	۸۴	۹۴	۱۱/۰۸	۱۶/۹۳	۱۸/۹۵
۹	همند آبسرد	۱۸۰۰	۳۱۲/۲	۴۴	۶۶	۷۱	۱۴/۱	۲۱/۱۴	۲۲/۷۴
۱۰	رینهٔ لاریجان	۱۹۵۰	۳۷۹	۴۷	۶۲	۹۰	۱۲/۴	۱۶/۳۶	۲۳/۷۵

Archive of SID

www.SID.ir