

جمهوری اسلامی ایران

وزارت نیرو

شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران

دفتر پژوهشهای کاربردی

(طرح تحقیقات کاربردی)

گزارش نهایی

طراحی و تولید نرم افزار رقومی کننده گراف های باران نگار

سازمان مجری: دانشگاه گیلان

پژوهشگر: دکتر مجید وظیفه دوست

زمان انتشار: مرداد ۱۳۹۰

طراحی و تولید نرم افزار رقومی کننده گراف های باران نگار

پژوهشگر: مجید وظیفه دوست

کد پروژه:

چکیده

گرافهای ثبات به صورت گسترده برای ثبت تعداد زیادی از پارامترهای محیطی در یک دوره طولانی مورد استفاده قرار میگیرد. اما قرائت چشمی و سنتی آنها و یا سیستم مختصات غیر قائم در تعدادی از گرافهای ثبات باعث می گردد تا استخراج داده که قالباً به صورت دستی انجام می گردد، بسیار زمان بر بوده و با خطا همراه باشد. شاید یک از مشهورترین این گراف ها ، گراف های مربوط به باران سنج های ثبات باشد. متاسفانه در مکانسیم های سنتی و چشمی قرائت گراف ها و یا در اکثر نرم افزارهای رقومی کننده گرافها به دلیل فرض سیستم مختصات قائم در گراف های رقومی شده، بصورت ساده اقدام به رقومی نمودن این داده ها می شود. علاوه بر آن نرم افزارهای موجود برای استخراج الکترونیکی داده از این گراف ها، بصورت گسترده شناخته شده نیستند و استخراج داده از گرافها هنوز به صورت دستی از اتصال نقاط شکست و تشکیل خطوط شکسته وارد جدول می گردند و هیچ مرجع شناخته شده ای یا نرم افزار یا روش ثبت شده ای برای استخراج الکترونیکی این داده وجود ندارد. در این مطالعه سعی گردید تا با توسعه یک نرم افزار رقومی کننده، یک روش ساده و کاربرپسند برای انتقال داده های رقومی شده گرافهای ثبات به داده های دقیق و معنی دار معرفی گردد.

کلید واژه ها: بارانسنج، ثبات، اسکن، گراف، نرم افزار

بسمه تعالی

این پروژه با حمایت مالی دفتر پژوهش های کاربردی شرکت سهامی مدیریت منابع آب ایران تحت قرارداد
شماره مورخ با کد به انجام رسیده است.

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل اول: کلیات	۱
۱-۱- فرآیند بارش	۱
۲-۱- شکل های مختلف بارش	۱
۳-۱- تغییرات بارش	۲
۴-۱- اندازه گیری نزولات جوی	۳
۱-۴-۱- باران سنج های ساده	۴
۲-۴-۱- باران سنج های ۵ اینچی	۶
۳-۴-۱- باران سنج ذخیره ای	۷
۴-۴-۱- باران نگار	۸
فصل دوم: گراف های باران نگار	۱۴
۱-۲- مقدمه	۱۴
۲-۲- لزوم رقومی کردن گراف های باران نگار	۱۵
۳-۲- طراحی الگوریتم	۱۸
۱-۳-۲- انتقال داده های بارش	۱۹
۲-۳-۲- انتقال داده های زمان	۲۰
فصل سوم: توسعه نرم افزار RRDigitizer	۲۲
۱-۳- مقدمه	۲۲
۲-۳- شروع کار با RRDigitizer	۲۲
۳-۳- ارسال اطلاعات به Microsoft Excel	۲۹
۴-۳- ارسال اطلاعات به DataEase6 form-240 format	۲۹
فصل چهارم: دستورالعمل تهیه نرم افزار کاربردی	۳۱
۱-۴- استانداردهای تحلیل و طراح	۳۱
۲-۴- مستندات پیاده سازی	۳۲
۳-۴- مشخصات عمومی نرم افزار	۳۳

فهرست اشکال

شماره صفحه

عنوان

شکل ۱-۱: باران سنج معمولی

شکل ۲-۱: باران سنج ۵ اینچی

شکل ۳-۱: باران نگار وزنی

شکل ۴-۱: باران نگار سیفونی

شکل ۵-۱: باران نگار ترازویی

شکل ۱-۲: نمونه ای از گرافهای باران سنج ثبات با سیستم مختصات غیرقائم

شکل ۲-۲: نمونه ای از گرافهای بارانسنج های با سیستم مختصات قائم

شکل ۳-۲: آنالوگی از یک سیستم ایده آل غیرقائم چارت های RRG

فصل اول: کلیات

۱-۱ فرآیند بارش :

بارش هر نوع رطوبت متراکم شده ای است که به سطح زمین فرو میریزد که در این تعریف تراکم و فرو ریختن بشرح زیر بیان می گردد:

- تراکم: میعان یا تبدیل به یخ شدن آنقدر ادامه میابد که اندازه ذره به حدی برسد که بتواند فرو بیافتد. قطرات متراکم شده قطری حدود ۰.۲ میلیمتر دارند ولی پس از هم آمیزی قطر هایی معادل ۰.۵ تا ۴ میلیمتر خواهند داشت که میتوانند ریزش کنند. ولی باید ذرات اولیه بیشتر از ۰.۰۴ قطر داشته باشند که بتوانند در هم هم آمیزی کنند. در مناطق حاره که قطر ذرات اولیه بدلیل وجود ذرات نمک درشت زیاد است ، هم آمیزی و بارندگی بیشتر است.
- فروریختن: شرط لازم برای فروریختن رشد ذرات آب تشکیل شده است به حدی که تحت اثر نیروی وزن خودشان سقوط کنند.

۱-۲- شکل های مختلف بارش :

بارش می تواند به یکی از شکل های زیر اتفاق بیافتد که عبارتند از:

باران: نزولات بصورت قطرات مایع است. شدت بارندگی بر اساس اندازه قطرات تعیین میگردد. چون آب موجود در ابر مقدار محدودی است با افزایش شدت بارش مدت آن کاهش میابد. باران هایی که قطرات آنها به اندازه ای ریزا است که بندرت به زمین میرسند را drizzle میگویند.

برف: وقتی دمای هوا به مقدار زیر نقطه انجماد برسد تراکم انجام شده و بلورهای شش گوشه یخ ساخته میشود.

برفابه: باران یخ زده (Sleet) قطرات منجمد شده باران، قطرات باران جدا شده که در مسیر به هوای بسیار سردی برخورد میکند و یخ میزند. این مسیله وارونگی دما را نشان میدهد.

تگرگ: (Hail) وجود تلاطم و جابجای یا همرفت در ابرها است. یک تکه از ابر که از بقیه مناطق آن گرمتر است به صورت همرفتی به بالا حرکت میکنند. قطرات باران داخل آن یخ زده و در اثر حرکات همرفتی قطرات و ذرات دیگر به آن میپیوندند. مقطع آن بصورت دوایر متحدالمرکز است.

۱-۳- تغییرات بارش

توزیع مکانی بارندگی در ایران بسیار متفاوت است. بطوریکه متوسط سالانه بارندگی از ۲۰ میلیمتر در سال در کویر تا ۲۰۰۰ میلیمتر در انزلی متغیر است. نوسانات بارندگی را میتوان در سه قسمت کلی تعریف و طبقه بندی نمود:

- نوسانات دراز مدت Long term مانند روند های طولانی که از دوران یخبندان تاکنون وجود داشته است. مثلا اثر گازهای گلخانه ای که روندی دراز مدت و تغییرات پایدار ایجاد نموده است.

- نوسانات دوره ای Periodic : نوسانات در دوران کمتر از یکسال که هر سال تکرار شده و به مقدار اولیه خود باز میگردد.

• نوسانات نامشخص Random : تغییرات بارندگی در بارندگی هر سال ماه فروردین

یک نوسان نامشخص است

۱-۳- اندازه گیری نزولات جوی :

ریزش های جوی که به صورت باران و برف و تگرگ و یا مخلوطی از برف و باران و شبنم انجام می گیرد، بارندگی نامیده می شود. میزان بارندگی و نیز مقدار تبخیر از سطح آب و یا آبهای سطحی در تعیین میزان ذخایر آب های سطحی و زیر زمینی اهمیت زیادی دارد اندازه گیری مقدار بارندگی در تمام سطح کره زمین به علت نداشتن یک شبکه کامل ایستگاههای باران سنجی به طور دقیق امکان پذیر نیست. در سرویس های هواشناسی منظور از تعیین میزان بارندگی عبارت است از جمع مقادیر بارندگی مایع و معادل مایع هر بارندگی جامد از قبیل برف و تگرگ بر حسب ارتفاع. بنابراین تمام بارندگی ها بایستی به طور دقیق و روشن اندازه گیری شود. مقادیر مذکور ترجیحا بر حسب میلی متر اندازه گیری شده و دقت عمل در اندازه گیری های روزانه ۰/۱ میلی متر در اندازه گیری های هفتگی و ماهیانه ۱ میلی متر می باشد. مقدار ریزش برف بر حسب سانتی متر اندازه گیری می شود. با تقریب می توان گفت که ۱ سانتی متر برف تازه معادل ۱ میلی متر باران می باشد. با این حال نسبت مذکور به عمق و نوع برف بستگی دارد. در بعضی از کشورها مقدار بارندگی و عمق برف بر حسب اینچ اندازه گیری می شود. برای تبدیل واحدهای مذکور به یکدیگر از رابطه زیر استفاده می شود:

$$1 \text{ in} = 2.54 \text{ cm} = 25.4 \text{ mm}$$

ساده ترین و متداول ترین روش اندازه گیری ریزش باران استفاده از باران سنج (Rain Gauge) می باشد. این دستگاه از قسمت های مختلف تشکیل شده است. یک قسمت آن از یک قیف با طرح مخصوص ساخته

شده که دارای لبه تیزی است. قسمت دیگر آن (لوله باران سنج) استوانه شکل بوده که آب باران به وسیله قیف مذکور به داخل آن هدایت می شود. استوانه فلزی و پایه نگهدارنده از اجزا تشکیل دهنده ای دستگاه می باشد. قطر دهانه قیف باران سنج ها مشخص بوده و بین ۲۰-۱۰ سانتی متر انتخاب می شود. قطر دهانه قیف و لوله باران سنج ها طوری انتخاب می شود که سطح مقطع دهانه قیف نسبت مشخص با سطح مقطع لوله باران سنج داشته باشد. هر یک از کشورها قطر مشخصی برای دهانه باران سنج های شبکه هواشناسی خود انتخاب کرده اند. در ایران قطر دهانه باران سنج ها ۸ اینچ انتخاب گردیده است. مقدار آبی که داخل استوانه ریخته می شود را با یک خط کش چوبی اندازه گرفته و آن مقدار را تقسیم بر ۱۰ می کنیم زیرا دهانه قیف ۱۰ برابر استوانه است، می توان گفت هر سانتی متر از خط کش یک میلی متر از بارندگی است. در زمستان مقدار برفی که داخل استوانه ریخته شده را توسط حرارت یا با یک لیوان آب داغ، آب کرده ولی پس از اندازه گیری یک لیوان را از آن کم می کنیم. اندازه گیری ها در فصول بارش هر ۳ ساعت یک بار انجام می شود، یعنی پس از هر اندازه گیری باران سنج را خالی می کنیم.

برای ثبت بارش معمولاً دو نوع بارانسنج مورد استفاده قرار میگیرد: بارنسنج های ساده و ثبات

۱-۴-۱- باران سنج های ساده

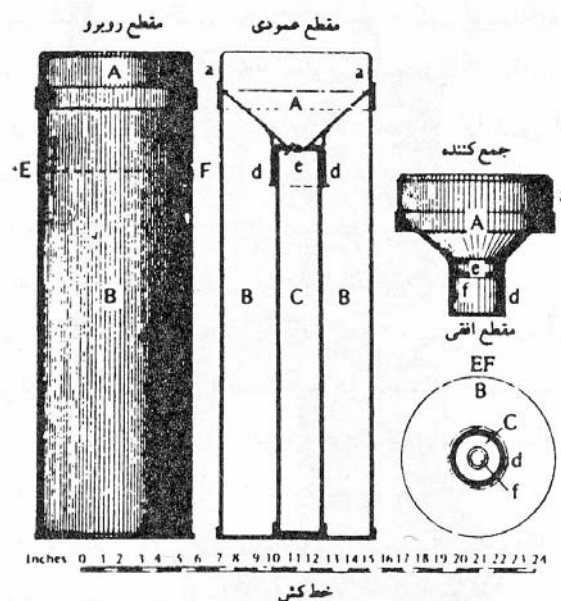
در اندازه گیری بارندگی، ارتفاع آب حاصل از انواع مختلف بارندگی به میلی متر یا اینچ در یک سطح افقی اندازه گیری شده که می تواند در سطوح مختلف جذب شده و حجم آب باریده شده معلوم گردد. از آنجایی که اندازه گیری بارندگی در سطحی بسیار کوچک صورت گرفته و سپس برای سطوح وسیعی تعمیم داده می شود لذا باید در انتخاب محل مناسب اندازه گیری ها نهایت دقت را اعمال کرده و از وسایلی استفاده نمود که کاملاً دقیق و استاندارد بوده و تعداد ایستگاه ها نیز کافی باشند.

باران سنج ها اغلب ساده بوده و هزینه تهیه آنها کم است و می تواند به آسانی مورد بهره برداری قرار گیرد . فاصله زمانی دو اندازه گیری ممکن است چند ساعت و یا چند ماه باشد که بستگی به اهمیت ایستگاه و سادگی دسترسی به آن دارد . باران سنج ها می توانند برای میزان سنجش برف نیز استفاده شوند. یک باران سنج ساده شامل تجهیزات زیر می شود:

۱- قسمت قیف که دارای لبه تیز و معمولاً دارای قطر ۲۲۶ میلی متری است . نزولات ورودی قیف باید به سوراخ انتهایی آن هدایت شود . قیف باید دارای عمق کافی باشد تا برف یک روزه را در خود جای دهد و زاویه اش باید تند باشد تا آب کمتری را نگه دارد و از پاشیدگی آب به خارج از باران سنج جلوگیری کند

۲- سطل زیرین که آب های وارده به قیف به داخل آن ریخته و نگهداری می شود تا مورد اندازه گیری قرار گیرد.

۳- استوانه مدرج شیشه ای که آب جمع شده در سطل را به داخل آن ریخته و به جای اندازه گیری حجم ، ارتفاع بارندگی را به طور مستقیم نشان می دهد .



شکل ۱-۱: باران سنج معمولی

برای جلوگیری از جذب طیف های حرارتی این باران سنج ها را با رنگ سفید رنگ آمیزی می کنند در باران سنج معمولی دهانه ی جمع کننده از یک قیف با طرح مخصوص و به قطر ۸ اینچ تشکیل شده وظیفه ی آن این است که بارش را در یک سطح دایره ای به قطر ۸ اینچ جمع نماید و آن را به استوانه داخلی انتقال دهد قطر استوانه ی داخلی برابر قطر دهانه ی جمع کننده می باشد

۱-۴-۲- باران سنج های ۵ اینچی

این باران سنج از یک قیف که دارای قطری برابر ۱۲۷ میلی متر یا ۵ اینچ است تشکیل شده است. سطح دهانه این قیف ۵۰۰ سانتی متر مربع است. از دیگر اجزاء آن مخزن اندازه گیری است که در زیر قیف قرار دارد و تمام بارش های جوی به داخل آن هدایت می شود. در نهایت برای اندازه گیری ارتفاع آب خط کش استفاده می شود. تفاوت این باران سنج که قدیمی تر از سری ۸ اینچی است این است که در ۸ اینچی ها مخزن در سطح زمین قرار می گیرد ولی در ۵ اینچی ها مخزن درون زمین تعبیه می شود



شکل ۱-۲: باران سنج ۵ اینچی

۱-۴-۳- باران سنج ذخیره ای

برای اندازه گیری باران در نقاط دور دست یا غیر قابل دسترس استفاده میگردد. تفاوت آن با بارانسنج روزانه این است که مخزن آن قطری برابر با ۳۰ سانتیمتر دارد و سطح گیرش آن در ارتفاعی بالاتر از ارتفاع برف گیر منطقه قرار داده میشود. در داخل آن محلول ضد یخ ریخته شده و برای جلوگیری از تبخیر روغن در داخل مخزن ریخته میشود. هر فصل یا هر سال یکبار اندازه گیری در آن انجام میشود.

برای اندازه گیری میزان بارش از باران سنج ها از دو سیستم استفاده می شود

- استفاده از خط کش چوبی مدرج:

این خط کش عموماً از جنس چوب درخت کاج یا سرو است و مشخصه مهم آن این است که قابلیت جذب و انتقال آب در آن کم است و در اثر خیس شدن تغییر رنگ میدهد. این نوع خط کش بر حسب میلی متر و سانتی متر مدرج میشود. برای اندازه گیری بارندگی در هر زمان کافی است که خط کش را داخل استوانه داخلی قرار دهیم و سپس آنرا بیرون آورده و ارتفاعی از خط کش را که خیس شده است بخوانیم. عددی که از خط کش به دست می آید را بر ۱۰ تقسیم نماییم. تا مقدار واقعی بارندگی بدست آید.

• اندازه گیری به وسیله پیمانۀ شیشه ای

برای این منظور از پیمانۀ های شیشه ای شفاف استفاده میشود. که بخش انتهائی آن بصورت مخروطی شکل است و در نتیجه فواصل درجه بندیها در این قسمت بزرگتر از بخشهای بالاتر است. اینکار به این دلیل صورت میگیرد که بتوان بارشهای بامقدار کم را با دقت بالا اندازه گیری نمود. معمولاً فواصل درجات در بخشهای پائینی این پیمانۀ با دقت ۰/۵ میلیمتر و در بخشهای بالائی با دقت ۰/۱ میلیمتر مدرج شود.

۱-۴-۴- باران نگار

باران نگارها باران سنج هایی هستند که علاوه بر ثبت دائم میزان ریزش باران زمان شروع و پایان بارندگی و نیز تغییرات شدت باران رانست به زمان نشان می دهند. باران نگارها رامیتوان براساس ساختمان به سه دسنة کلی تقسیم کرد:

➤ باران نگار نوع وزنی

➤ باران نگار نوع سیفونی

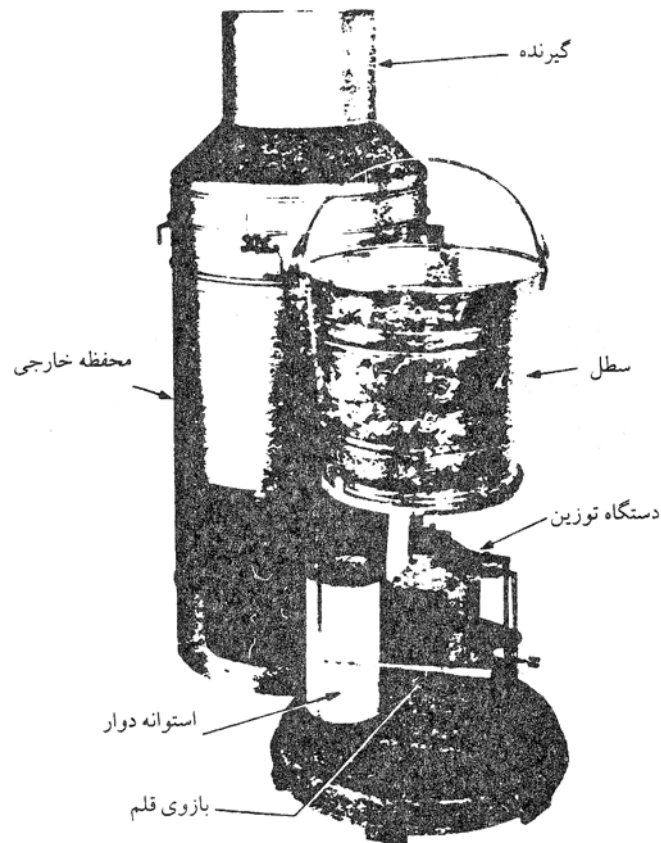
➤ باران نگار ترازویی

۱-۴-۴-۱- باران نگار نوع وزنی

در بارانسنج وزنی باران در ظرفی ذخیره میگردد که وزن آن در طول زمان در حال ثبت شدن است.

مشخصات فنی باران نگار نوع وزنی:

- ۱- قطر دهانه ۱۶/۲۵ اینچ برابر با حدود ۱۶ سانتی متر
- ۲- اندازه گیری انواع بارندگی بر اساس سیستم وزنی
- ۳- دارای سطل مخصوص جمع آوری انواع بارندگی
- ۴- دارای سیستم تعادل وزنه ای که حرکت آن بوسیله اهرم به بازوی قلم منتقل و در نتیجه مقدار بارندگی بوسیله قلم بر روی نقشه دستگاه (گراف هفتگی-ماهانه) ثبت می گردد.
- ۵- مقدار ۲۰ گرم وزن اندازه گیری شده معادل یک میلی متر بارندگی می باشد.
- ۶- دستگاه قادر است در یک رفت و برگشت روی گراف میزان ۱۶۰ میلی متر بارندگی را ثبت نماید.
- ۷- وجود پره های باد شکن در اطراف دهانه دستگاه در مناطق باد خیز
- ۸- تاثیر دمای هوا و تبخیر آب ذخیره شده در سطل مخصوص و نیز استخراج دقیق شدت بارندگی از روی گراف ثبت شده از عیب های اصلی دستگاه می باشند.
- ۹- ارتفاع نصب (ارتفاع دهانه تا سطح ایستگاه ۲ متر)



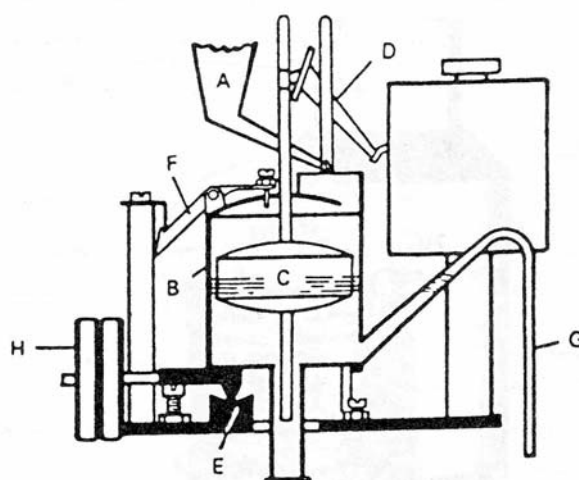
شکل ۱-۳: باران نگار وزنی

۱-۴-۲- باران نگار سیفونی

در این باران نگار آب حاصل از بارندگی از طریق دهانه ی گیرنده وارد یک استوانه ی که درون آن یک شناور سبک تعبیه شده است می گردد. این شناور توسط یکسری اهرمها به قلم ثبات متصل میشود در اثر بارندگی سطح آب داخل استوانه به سمت بالا حرکت میکند و ضمن حرکت خود جسم شناور را به بالا انتقال می دهد در نتیجه جسم شناور هم این حرکت را به قلم ثبت منتقل می کند وقتی که ارتفاع آب

داخل استوانه به یک حد مشخص رسید آب داخل آن توسط سیفونی که برای این منظور تعبیه شده است تخلیه می گردد که زمان تخلیه ممکن است بین ۱۵ تا ۲۰ ثانیه به طول بیانجامد. یکی از ایرادهای این وسیله این است که در زمان تخلیه میزان بارندگی را ثبت نمی کند و در نتیجه از میزان بارندگی که در حین عمل تخلیه می بارد، صرف نظر می شود و سطح گیرنده این باران

نگارها ۴۰۰ سانتی متر مربع است



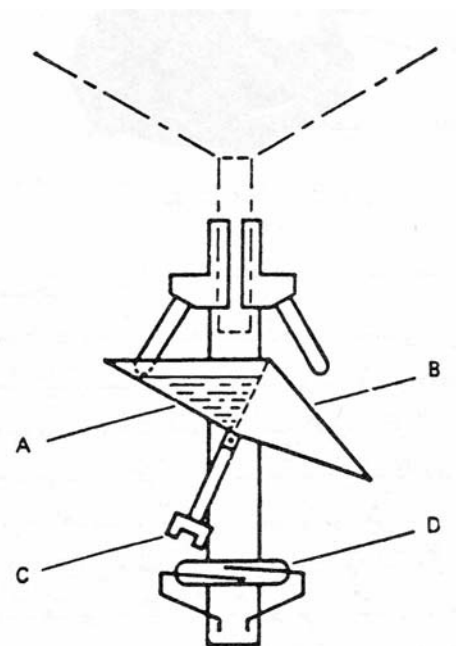
شکل ۵-۵ اجزای تشکیل دهنده باران نگار سیفونی. A- قیف گیرنده
B- استوانه جمع کننده آب C- جسم شناور D- بازوی قلم رسم
E- تیغه F- بازو G- سیفون و H- وزنه

شکل ۱-۴: باران نگار سیفونی

۱-۴-۳- باران نگار ترازویی

این نوع باران نگار از یک ظرف فلزی تشکیل یافته است که توسط یک دیواره ی میانی به دو بخش یا پیمانه تقسیم شده است و این مجموعه در حالت تعادل ناپایدار بر روی یک محور قرار گرفته و میتواند

روی آن محور نوسان نماید. همیشه یکی از این پیمانه ها مقابل محل جمع آوری آب باران قرار می گیرد وقتی که حجم داخل این پیمانه به یک حد مشخصی برسد در اثر نیروی وزن از حالت تعادل خارج شده و به سمت پایین سرازیر می شود و آب داخل آن تخلیه می گردد همزمان با این کار پیمانه دیگر به سمت بالا حرکت کرده و در مقابل لوله مرتبط با دهانه ی جمع کننده ی بارندگی قرار می گیرد در این وسیله تعداد نوبتهای خالی شدن پیمانه ها ثبت می گردد. حجم پیمانها معمولا طوری تعبیه شده است که هر بار تخلیه آنها معادل $0.25/0$ سانتی متر بارندگی باشد به این ترتیب با ضرب کردن تعداد نوبتهای تخلیه ی ظرفها در عدد $0.25/0$ ارتفاع بارندگی در آن دوره ی زمانی بدست می آید



ل ۵-۶ اجزای باران نگار ترازویی. A و B-کفه های ترازو
C-آهن ربا و D-کلید اتصال

شکل ۱-۵: باران نگار ترازویی

۱-۴-۴- باران نگار دیتا لاگر (نرم افزاری):

کار همان باران سنج را انجام می دهد با این تفاوت که این دستگاه نرم افزاری است و تغییرات پیوسته بارش را ثبت کرده و به عبارت دیگر شدت بارندگی بر حسب میلی متر در واحد زمان را ثبت می کند. در داخل این دستگاه گرم کننده وجود دارد که وقتی برف بیاید همان لحظه برف را آب کرده و همان لحظه اطلاعات را از طریق سیم های رابطی به داخل سالنی که دیده بانها مستقر هستند منتقل می کند و سپس آب موجود در مخزن خود را خالی می کند وقتی رگبار شدید وجود داشته باشد مقدار واقعی بارندگی بین ۰/۴ تا ۲ میلی متر کمتر مقدار اندازه گیری شده می باشد. در باران نگار هر چه خطوط رسم شده به هم نزدیک تر باشد شدت بارندگی بیشتر بوده است. گراف باران نگار هر ماه یکبار تعویض می شود.

فصل دوم: گراف های باران نگار

۲-۱- مقدمه

نخستین ثبت بارندگی ها توسط یونان باستان در ۵۰۰ سال قبل از میلاد مسیح انجام گرفت. ثبت باران توسط کاسه ۱۰۰ سال بعد توسط مردانی از هند ادامه یافت. در حالی که بسیاری از منابع بیان نموده اند که نخستین باران سنج ها توسط کره ای ها توسعه داده شده، تعدادی از منابع هم به باز سازی گیج های موجود توسط کره ای ها اشاره نموده اند. اما باران سنج های سیفونی به شکل امروزی نخستین بار در سال ۱۶۶۲ توسط انگلیسیها ساخته شد. و با توسعه باران نگار ها مشکلات قرائت بارندگی تا حد زیادی مرتفع گردید. امروزه نیز باران سنجهای تمام خودکار نوری به بازار آمده که توانایی ثبت لحظه ای باران را دارد و به دلیل استفاده از تکنیک لیزر نیاز به ثبت بارندگی بر روی استوانه ثبات را نداشته و از دقت بالایی برخوردار است.

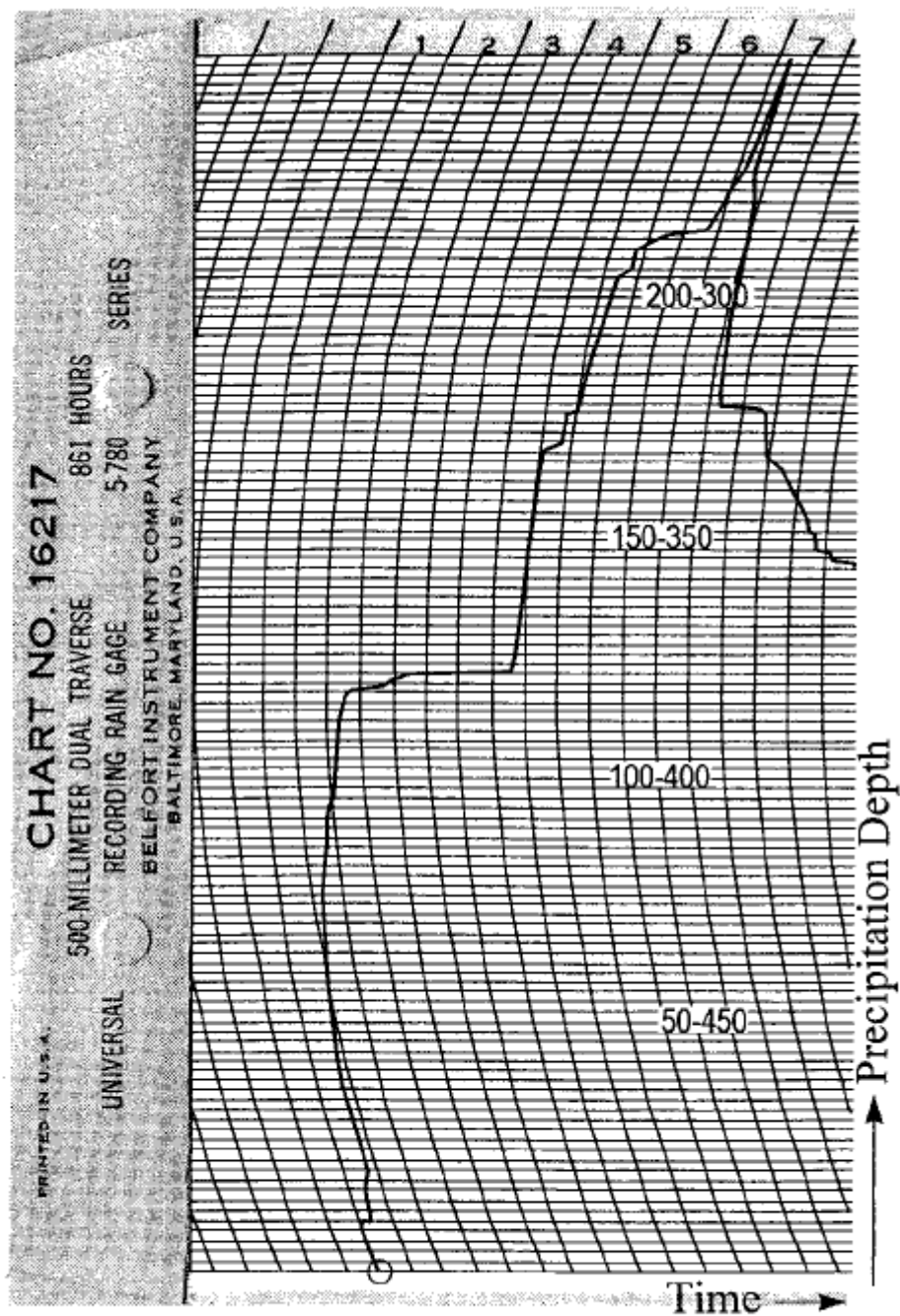
طراحی نرم افزار انتقال خودکار داده های بارندگی از گراف باران نگار به اکسل به دلیل فرا گیر بودن کاربرد باران نگار ها در ایران از اهمیت بالایی برخوردار می باشد. هر چند که تا کنون نسخه های ناقصی از این گونه نرم افزار ها توسط شرکت های مشاور ارائه گردیده است. اما به دلیل کاربر پسند نبودن، سرعت، دقت و کیفیت پردازش پایین آنها هیچ گاه مورد توجه کار شناسان قرار نگرفته است.

۲-۲- لزوم رقومی کردن گراف های باران نگار

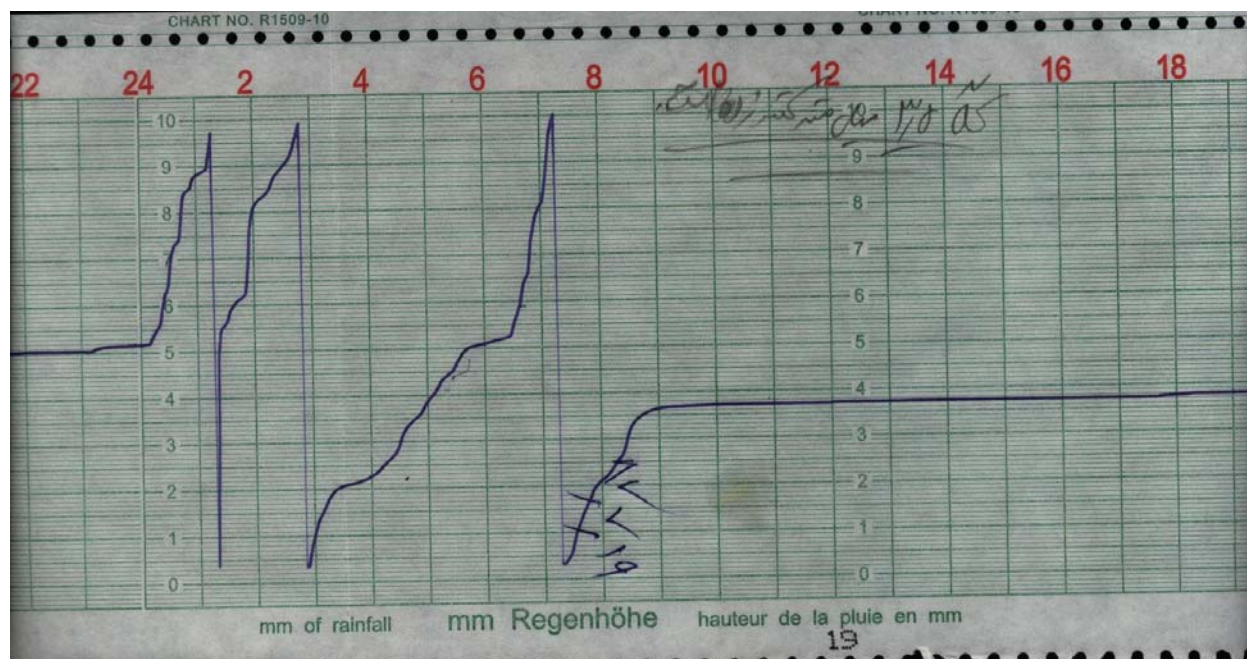
در حالی که داده های بارش روزانه و ساعتی تقریباً برای اغلب مناطق استان گیلان قابل دسترس می باشد، اغلب کارشناسان به توزیع زمانی دقیق تر بارش نیازمند هستند. در حالی که بارانسنج های ترازویی، دیتا لاگر ها و سایر ابزار پیشرفته، کار جمع آوری و داوولود پیوسته داده های بارش را آسان کرده، اما با این وجود قابل دسترس ترین شکل داده های پیوسته بارش کماکان گراف های بارانسنج های وزنی ثابت می باشد. چرا که در اکثر مطالعات وابسته به هواشناسی از داده های دراز مدت استفاده می گردد، و بنابراین اهمیت این شکل از داده های بارش مخصوصاً برای دوره های تاریخی قبل از سال ۲۰۰۰ که ابزار پیشرفته الکترونیکی امروزی وجود نداشت، بر همگان روشن است. در مکانیسم سنتی قرائت گراف های بارانسنج ثبات (PRG)، قرائت ها بصورت دستی و با شمردن تعداد خطوط افقی بین نقاط شکست برای تعیین گام های زمانی و تعداد خطوط عمودی برای تعیین میزان افزایش بارش بین هر دو نقطه شکست درجهت شیب خط جوهر که ثبت بارش را دنبال میکند، صورت می پذیرفت. متأسفانه در مکانیسم های سنتی و چشمی قرائت گراف ها و یا در اکثر نرم افزارهای رقومی کننده گرافها به دلیل فرض سیستم مختصات قائم در گراف های رقومی شده، بصورت کاملاً ساده و حدسی اقدام به رقومی نمودن این داده ها می شود. علاوه بر آن نرم افزارهای موجود برای استخراج الکترونیکی داده از این گراف ها، بصورت گسترده شناخته شده نیستند و استخراج داده از گرافها هنوز به صورت دستی از اتصال نقاط شکسته و تشکیل خطوط شکسته وارد جدول می گردند و هیچ مرجع شناخته شده ای یا نرم افزار یا روش ثبت شده ای برای استخراج الکترونیکی این داده وجود ندارد. به دلیل مکانیسم سنتی مورد استفاده در قرائت گرافهای بارانسنج خطای انسانی در مراحل قرائت و انتقال داده ها به جداول و استخراج رگبار بسیار قابل توجه می باشد. دو نمونه از این گراف ها در شکل های ۱-۲ و ۲-۲ نشان داده شده است. شکل ۱-۲-

نمونه ای از گرافهای باران سنج ثبات وزنی (weighing-bucket rain gauge) با سیستم مختصات غیرقائم است. در این گراف، خطوط منحنی شکل که معرف واحد زمان هستند، خطوط افقی که معرف واحد بارش می باشند را قطع می کنند. این مکانیسم در یک طیف گسترده از ابزار هایی که خصوصیات مختلف را از قبیل آبدهی، سطح آب زیرزمینی، دما، رطوبت و فشار ثبت میکنند، مورد استفاده قرار میگیرد. شکل ۲-۲ نمونه ای از گرافهای بارانسنج های وزنی را نشان می دهد که دارای سیستم مختصات قائم است. در این شکل همانند شکل ۱-۲ خطوط عمودی معرف واحد زمان هستند، و خطوط افقی را که معرف واحد بارش می باشند قطع می کنند.

در اغلب نرم افزار های رقومی کننده، یک سیستم مختصات قائم برای هر دو نوع گراف با مختصات قائم و غیر قائم مورد استفاده قرار می گیرد. بنابراین، عمل رقومی کردن مستقیم، بصورت دقیق توانایی رقومی کردن واحد زمان را در این گرافها ندارد. دستگاه رقومی کننده، می تواند برای مکان یابی موقعیت فیزیکی نقاط در امتداد یک خط تجمعی بارش روی یک چارت (چارتها معمولاً در ابعاد ۱۵/۲ سانتیمتر در ۲۹/۲ سانتیمتر و یا ۶ در ۱۱/۵ اینچ تولید میگردد) مورد استفاده قرارگیرد. هدف این مطالعه ابتدا توسعه یک نرم افزار رقومی کننده بسیار کاربر پسند برای رقومی کردن منحنی بارش در گراف ثبات و توسعه یک روش ساده و کاربرپسند برای انتقال داده های رقومی شده گرافهای ثبات به داده های دقیق و معنی دار با سیستم مختصات قائم و در نهایت انتقال داده های به محیط اکسل و استخراج رگبار از این داده میباشد. در انتقال داده های رقومی شده گرافهای ثبات به داده های دقیق و معنی دار با سیستم مختصات قائم از معادلات مشتق شده که در مراحل بعدی توضیح داده می شود برای تبدیل نقاط رقومی شده در موقعیت x_i, y_i به اطلاعات بارش (Pi) و زمان (ti) استفاده می گردد.



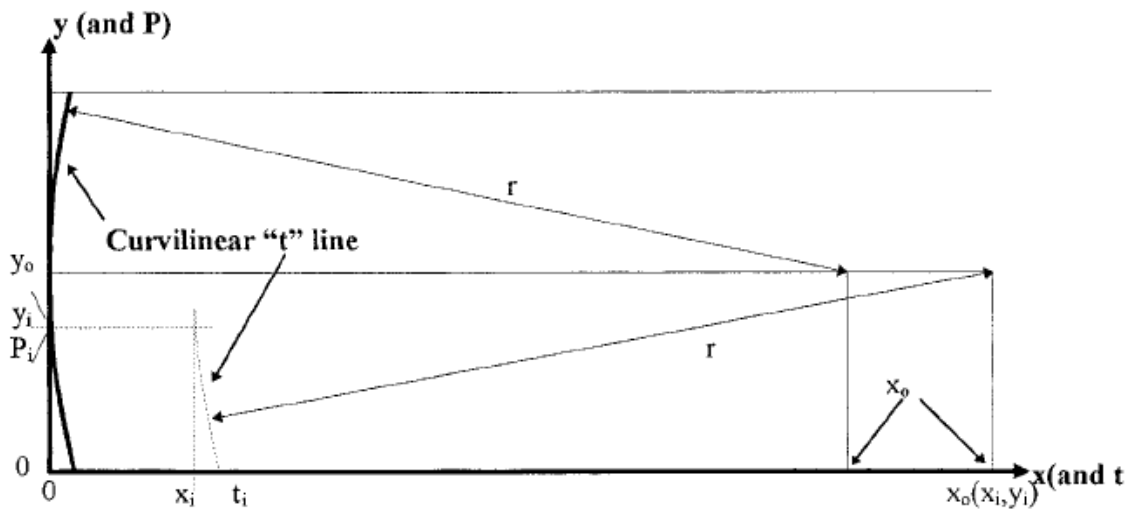
شکل ۲-۱- نمونه ای از گرافهای باران سنج ثبات وزنی با سیستم مختصات غیرقائم



شکل ۲-۲: نمونه ای از گرافهای بارانسنج های وزنی با سیستم مختصات قائم

۲-۳- طراحی الگوریتم

شکل ۲-۳ یک آنالوگی از یک سیستم ایده آل غیرقائم چارت های RRG را نشان می دهد. برای راحتی محاسبات محور X ها و Y ها این سیستم مختصات قائم با خط صفر در امتداد لبه پایینی چارت و خط عمودی در امتداد لبه سمت چپ منطبق می شود. داده های رقومی شده با سیستم های مختصات $X-Y$ و با محور های عمود بر هم همراه می باشند. برای انتقال داده های $X-Y$ به سیستم مختصات داده های زمان و بارش که در آن خطوط ثابت T انحنای داشته و خطوط افقی را در مرکز انحنایشان قطع می کنند، مورد نیاز می باشد. در این شکل متغیرهای x_i و y_i اشاره به هر نقطه در سیستم $X-Y$ و متغیرهای t_i و p_i اشاره به هر نقطه در سیستم $t-p$ دارند. همانطور که در شکل ۲-۱ ملاحظه می گردد، متغیرهای p و y دارای یک محور مشترک هستند و بنابراین، p_i و y_i نشان دهنده موقعیتهای خاصی روی محور عمودی هستند.



شکل ۳-۲: آنالوگی از یک سیستم ایده آل غیرقائم چارت های RRG

۳-۲-۱- انتقال داده های بارش:

شکل ۳-۲-۱ بیانگر این مطلب است که محور بارش در سیستم غیرقائم و y در سیستم قائم با استفاده از رابطه زیر قابل تبدیل به هم هستند:

$$P_i = C_p y_i \quad (1)$$

که در این رابطه p_i معرف بارش تجمعی در زمان t_i و y_i موقعیت عمودی نقطه i و C_p ثابت تبدیل بارش واحد p در واحد y می باشد. خط بارش تجمعی در گراف بارانسنج های ثبات پس از هر بار پر و خالی شدن سطل صفر شده و از لبه پایینی ادامه می یابد. بنابراین، در زمانهایی که تبخیر قابل صرف نظر کردن است، از معادله ۲ قابل محاسبه است:

$$P_i = P_{i-1} + C_p |y_i - y_{i-1}| \quad (2)$$

۲-۳-۲- انتقال داده های زمان

خطوط منحنی که معرف واحد زمان روی چارت هستند در واقع دایره هایی به شعاع r می باشند که r فاصله بین لبه قلم باران نگار تا نقطه وسط بازوی قلم می باشد. تابعی که داده های رقومی شده با مختصات $x-y$ را در سیستم قائم به پارامتر زمان t در سیستم غیر قائم تبدیل میکند بر اساس معادله یک دایره به شعاع r و مرکزیت در x_0 و y_0 عمل میکند:

$$r^2 = (x - x_0)^2 + (y - y_0)^2 \quad (3)$$

که در این معادله r شعاع و x_0 و y_0 مختصات فیزیکی مرکز دایره می باشد. در معادله ۳ مقدار ثابت معادل با نصف ارتفاع کل چارت و x_0 لزوماً به علت حرکت موتور گردشی در طول ثبت، تغییر میکند. با پیشرفت زمان x_0 به سمت راست با یک سرعت ثابت حرکت میکند. بنابراین x_0 یک تابعی از x_i و y_i می باشد. همانگونه که در شکل ۲-۱ نشان داده شده است برای سادگی حل معادله در $x = 0$ مقدار t را برابر صفر تنظیم میکنیم. تابع کلی برای t_i برای هر نقطه رقومی شده x_i و y_i با استفاده از معادله ۳ و قرار دادن $y=0$ و $x=t/C_t$ (اگر C_t یک فاکتوری باشد که واحدهای x را به واحد t تبدیل کند، سپس t_i برای همه نقاط که $y_i=0$ باشد، معادل $t_i = C_t * x_i$ میگردد) و مرتب سازی قابل محاسبه است:

$$t_i = C_t(x_0 - \sqrt{r^2 - y_0^2}) \quad (4)$$

همانطور که قبلاً ذکر شد، x_0 ثابت نبوده و اما برای هر یک از t_i انحصاری است. با قرارگیری x و y در معادله ۳ به ترتیب معادل با x_i و y_i از معادله ۳ پارامتر x_0 با دوباره چینی متغیرها و با فرض اینکه در

مکانیزم چارت و سیستم ثبات شعاع سمت دست چپ منفی و دست راستی مثبت باشد، طبق رابطه ۵ قابل محاسبه است:

$$x_0 = x_i + \sqrt{r^2 - (y_i - y_0)^2} \quad (5)$$

و در نهایت با جایگذاری x_0 از معادله ۵ در معادله ۴ تابع انتقال برای زمان استخراج میگردد:

$$t_i = C_t [x_i + \sqrt{r^2 - (y_i - y_0)^2} - \sqrt{r^2 - y_0^2}] \quad (6)$$

البته همانطور که قبلاً ذکر شد، r و y_0 ثابت بوده و با عرض چارت و طول بازوی قلم در ابزار ثبات تعیین میگردد. C_t نسبت زمان اندازه گیری شده بر طول فیزیکی روی چارت (بطور مثال برابر ۱ ساعت در هر سانتیمتر چارت) میباشد.

فصل سوم: توسعه نرم افزار RRDigitizer

۳-۱- مقدمه

نرم افزار RRDigitizer برنامه ایست رقومی کننده جهت استخراج اطلاعات گرافهای باران نگار. با استفاده از این برنامه کاربر می تواند با چند کلیک ساده اطلاعات گرافهای باران نگار را استخراج کرده و پردازشهای لازم را انجام دهد. از مهمترین قابلیتهای این برنامه می توان به سادگی و کاربر پسند بودن آن، استخراج اطلاعات به Microsoft Excel و رسم نمودارهای شدت - مدت و باران لحظه ای در آن و همچنین ارسال اطلاعات در قالب فرم ۲۴۰ دیتابیس دیتا ایز ۶ نام برد.

۳-۲- شروع کار با RRDigitizer

پس از اجرای برنامه صفحه اصلی آن نمایش داده می شود. عملیات استخراج اطلاعات در ۴ مرحله که با ۴ دکمه با عنوانهای "۱- باز کردن تصویر اسکن شده رگبار"، "۲- تعیین محور مختصات"، "۳- رسم رگبار" و "۴- استخراج اطلاعات" در صفحه اصلی قرار داده شده ان انجام می گیرد.

مقدار باران	زمان

برای شروع ابتدا باید بر روی دکمه "۱- باز کردن تصویر اسکن شده رگبار" کلیک کرد. در این مرحله

کاربر باید مسیر فایل تصویر اسکن شده رگباری که از قبل تهیه و آماده کرده است را مشخص کند.

نکته ۱: بهتر است در زمان اسکن و آماده کردن تصاویر رگبار از یکی از دو فرمت معتبر

JPEG یا BMP/استفاده شود.

نکته ۲: اگر چه عملیات تغییر اندازه به صورت اتوماتیک توسط برنامه صورت می گیرد ولی جهت حصول محاسبات دقیقتر بهتر است که اندازه تصویر آماده شده ۳۵۰*۶۸۰ پیکسل یا مضربی از آن باشد.

پس از این مرحله چنانچه تصویر انتخاب شده مشکلی نداشته باشد در صفحه اصلی برنامه نمایش داده می شود.



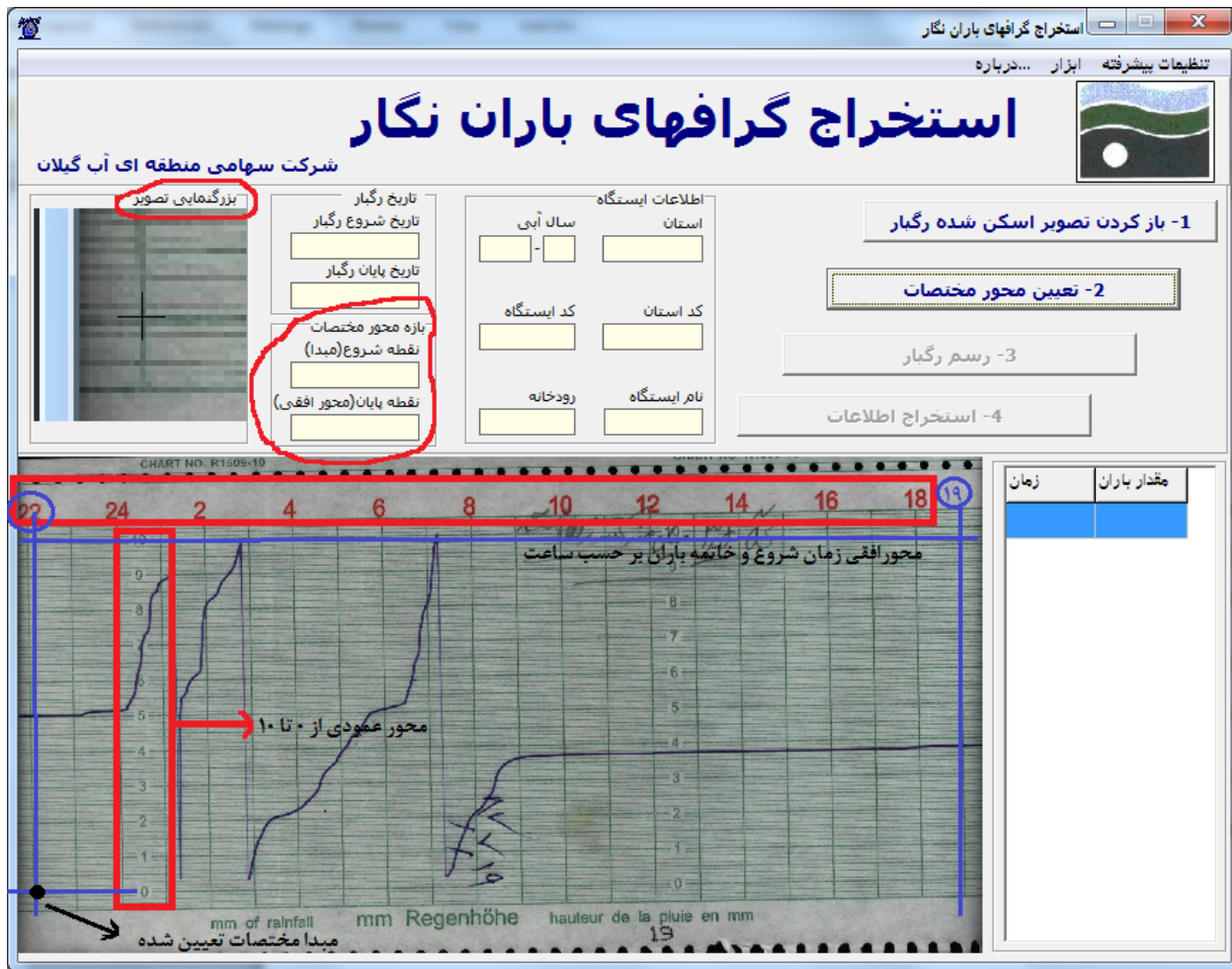
حال باید محور مختصات را تعیین کرد. هدف از تعیین محور مختصات مشخص کردن مبدایی برای انجام محاسبات است. با کلیک بر روی دکمه "۲- تعیین محور مختصات" که پس از انجام مرحله ۱ دکمه آن فعال شده کادر زیر نمایش داده می شود.



و مفهوم آن این است که باید بر روی نقطه ای از تصویر جهت تعیین مرکز محور مختصات کلیک کرد. با توجه به اینکه محور افقی گراف باران نگار بر حسب ساعت بوده و بیانگر زمان شروع و خاتمه رگبار است و محور عمودی نیز میزان فضای تشک باران نگار است که از ۰ تا ۱۰ مندرج شده است لذا بهتر است مبدا در نقطه ای انتخاب شود که محل طلاق نقطه ۰ محور عمودی با یکی از ساعات گراف باران نگار محور افقی باشد.

نکته ۳: لزومی ندارد مبدا حتما نقطه طلاق ۰ محور عمودی با زمان شروع رگبار باشد. چون در این صورت ممکن است نقطه شروع مبدا به درستی به علت خطای دید تشخیص داده نشود.

نکته ۴: بزرگنمایی تصویر در سمت چپ و بالای تصویر تعبیه شده است تا کاربر بتواند به سهولت و با دقت خیلی بالا مراحل ۲ و ۳ استخراج اطلاعات را انجام دهد.



پس از تعیین مبدأ مختصات نرم افزار با نمایش فرمهایی مانند زیر از کاربر می خواهد که محور X و محور Y را مشخص کند.

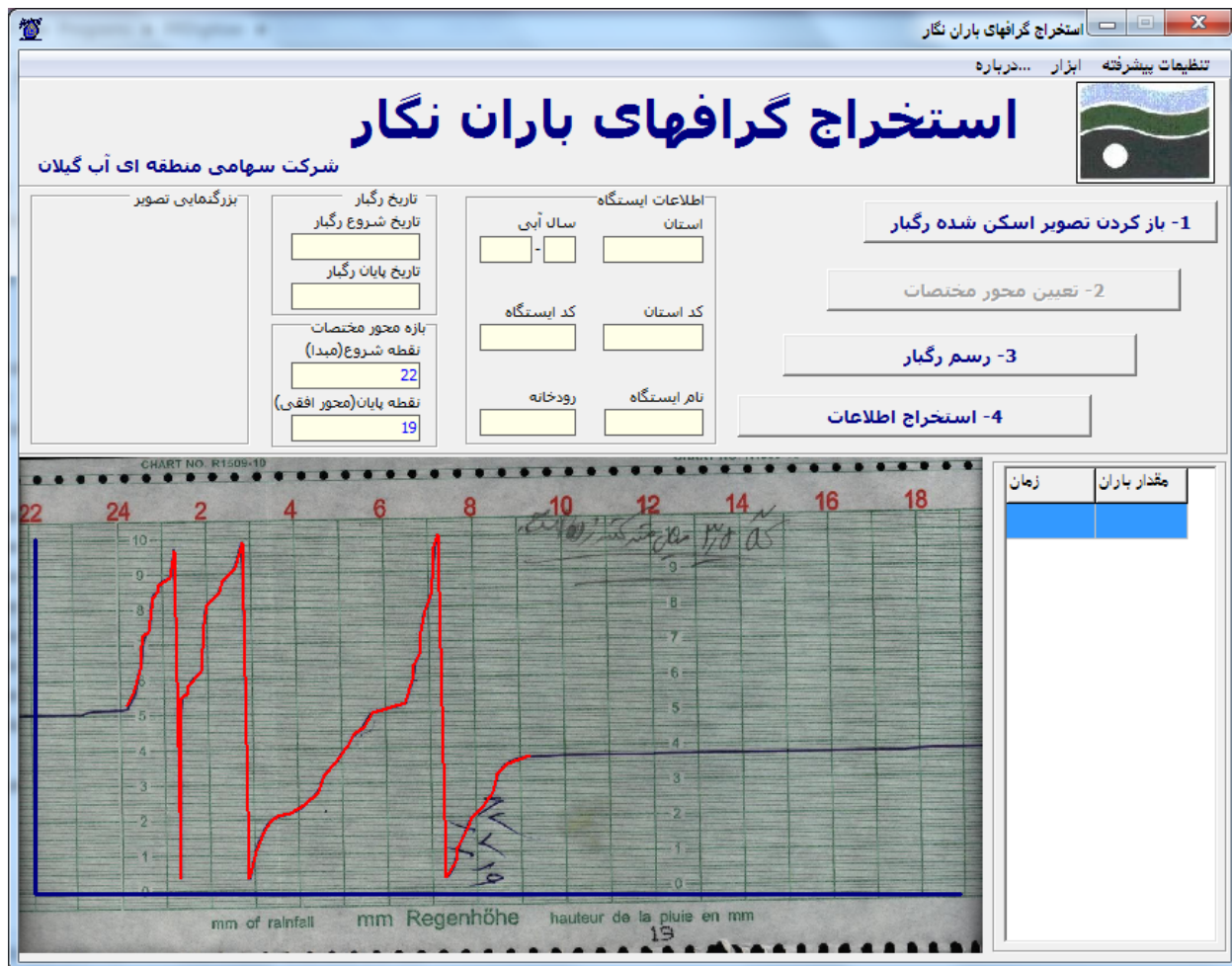


همانطور که در بالا اشاره شد لزومی ندارد کاربر برای تعیین محور x زمان پایانی رگبار را مشخص کند بلکه باید نقطه ای را مشخص کرد که مقدار آن به درستی قابل تعیین باشد. پس از مشخص کردن محورهای x و y کاربر باید مقادیر متناظر با نقاط مشخص شده را در بازه محور مختصات وارد کند که برای شکل بالا نقطه شروع (مبدا) برابر ۲۲ و نقطه پایان (محور افقی) برابر ۱۹ می باشد.

نکته ۵: برای تعیین محور x و y لزومی ندارد کاربر حتما به موازات مبدا روی نقاط مورد نظر کلیک کند بلکه مطابق شکل بالا چنانچه روی خط آبی رنگی که نشاندهنده عدد ۱۹ در محور افقی است برای محور x و روی خط آبی رنگی که نشاندهنده محور عدد ۱۰ در محور عمودی است کلیک کند برنامه بصورت اتوماتیک به موازات مبدا مختصات تعیین شده برای این دو نقطه پایانی تعیین شده محورهای افقی و عمودی مختصات را رسم می کند.

نکته ۶: برای تعیین محور عمودی لزومی ندارد حتما کلیک کردن در نقاطی باشد که محل تلاقی نقاط ۰ و ۱۰ باشد بلکه چنانچه بازه مورد نظر خارج از این محدوده باشد می توان نقاط مورد نظر را انتخاب کرده و سپس با کلیک بر گزینه تنظیمات پیشرفته ، در پنجره باز شده محدوده محور عمودی جدید را وارد کرد.

پس از پایان مرحله ۲ محور مختصات ترسیم شده و کاربر با کلیک بر دکمه "۳- رسم رگبار" باید رگبار را در بازه زمانی مد نظرش با کلیک کردن بر نقاط نزدیک به هم ترسیم مجدد نماید.



همانطور که مشاهده می شود نقطه شروع مبدأ عدد ۲۲ و نقطه پایانی محور افقی عدد ۱۹ است و این در حالیکه رگبار از ساعت ۲۴:۰۵ شروع شده و ساعت خاتمه آن ۰۹:۱۲ است و این بدین معنی است که تعیین محور مختصات تاثیری در بازه رگبار ندارد و فقط جهت محاسبات از آن استفاده می شود در حالیکه بازه رگبار در مرحله ترسیم رگبار مشخص می شود.

با کلیک بر دکمه "۴- استخراج اطلاعات" بر حسب مدت زمان ۱ دقیقه استخراج می شوند.

نکته ۷: می توان بازه استخراج اطلاعات را در تنظیمات پیشرفته تغییر داد و آنرا از ۱ تا ۱۲۰ دقیقه تعیین کرد.

نکته ۸: جهت انجام محاسبات و استخراج اطلاعات ورود داده در بازه محور مختصات الزامی است.

نکته ۹: اطلاعات ایستگاه و تاریخ رگبار تأثیری در محاسبات نداشته ولی وجود آنها برای ارسال به اکسل و دیتا ایز نیاز است.

۳-۳- ارسال اطلاعات به Microsoft Excel

چنانچه در سیستم کاربر میکروسافت اکسل نصب باشد با انتخاب این گزینه از منوی ابزار اطلاعات استخراج شده به صورت تجمعی و لحظه ای در شیتی با نام R و همچنین در شیتی دیگر با نام I-D جهت ترسیم نمودار شدت-مدت با بازه زمانی ۵ دقیقه محاسبه و استخراج شده و با اجرای اکسل به کاربر نمایش داده می شود.

نکته ۱۰: فایل استخراج شده اکسل اتوماتیک و به صورت پیش فرض در مسیر برنامه با نام output.xls ذخیره می شود.

۳-۴- ارسال اطلاعات به DataEase6 form-240 format

با انتخاب این گزینه از منوی ابزار یک فایل متنی جهت استخراج اطلاعات به دیتابیس دیتا ایز ۶ در قالب فرم ۲۴۰ بر اساس تجمیع ۱۵ دقیقه ای اطلاعات ساخته می شود. اطلاعات ایستگاه و تاریخ رگبار برای این بخش مورد نیاز است.

نکته ۱: در زمان تجميع اطلاعات در بازه ۱۵ دقيقه ای برای استخراج اطلاعات به دیتا ایز، چنانچه طول بازه ای کمتر از ۱۵ دقيقه باشد به عنوان یک بازه ۱۵ دقيقه ای تلقی می شود.

فصل چهارم: دستورالعمل تهیه نرم افزار کاربردی

۴-۱- استانداردهای تحلیل و طراحی

برای تحلیل و طراحی این نرم افزار از روش مدلسازی (Unified Modeling Language) UML استفاده شده است. مدلسازی یکی از تکنیک‌های ذهنی بشر می‌باشد که نه تنها برای اهداف علمی، بلکه برای انجام امور روزمره بشر به دفعات مورد استفاده قرار می‌گیرد. مدلسازی به طور کلی یعنی شبیه‌سازی یک محیط با اندازه‌های متفاوت و از محیط واقعی و احتمالاً مواد و مصالحی متمایز از جنس مواد و مصالح محیط مدل شده. در مدلسازی ابتدا اجزای محیط واقعی انتخاب شده و متناسب با هدف مورد نظر از مدلسازی خصوصیات از هریک از اجزای واقعی انتزاع می‌شود، یعنی به ازای هریک از اجزای محیط واقعی یک موجودیت تجریدی ساخته می‌شود و با برقراری ارتباطی مشابه با ارتباط اجزای واقعی، در میان موجودیت‌های تجریدی، محیط واقعی مدل می‌شود.

UML یک زبان مدلسازی است که در سال ۱۹۹۵ به وسیله شرکت Rational معرفی شد. UML یک زبان شی گراست یعنی اجزا این زبان متناسب با مفاهیم به کاررفته و پارادایم شی گرائی طراحی شده‌اند.

اگرچه داشتن یک روش استاندارد امری مطلوب است ولی تفاوت روش‌ها امریست طبیعی و با توجه به تفاوت فراوان در نوع مسائل می‌توان گفت که حتی وجود روش‌های مختلف الزامی است چرا که مثلاً در یک پروژه بسیار بزرگ نمی‌توان همان روشی را به کار برد که در یک پروژه کوچک. ولی

زبان و مجموعه علائم از چنین قاعده‌ای پیروی نمی‌کند و داشتن یک زبان استاندارد امری بسیار مطلوب و از بعضی دیدگاه‌ها حتی الزامی می‌باشد. یکی از الزامات مهم در داشتن یک زبان استاندارد همگانی ناشی از نقشی است که زبان در ارتباطات به عهده دارد. البته چندگونه‌بودن زبان خود مولد مشکلات متعددی است. با هدف ارائه یک زبان استاندارد فراگیر شرکت Rational با گردآوری سه نفر از ارائه کنندگان معتبرترین روش‌های شی گرا یعنی Irar jacobson مبدع روش BOOCH, OOSE مبدع روشی با همین نام، Rambaugh مبدع روش OMT و با اخذ نقاط قدرت سه روش فوق‌الذکر، یک زبان استاندارد به نام UML ارائه کرد. این زبان پس از ارائه از سوی (Object Mamgement Group) که یکی از معتبرترین سازمان جهانی در زمینه شی گرائی می‌باشد بعنوان یک استاندارد پذیرفته شد. پس از ارائه این زبان و پذیرفته شدن آن به عنوان یک استاندارد جهانی در زمینه نرم‌افزار، علاوه پروسه این زبان و ارائه متولوژی‌های مبتنی بر آن مانند usop و rup از سوی افراد و سازمان‌های مختلف، متخصصین در پی یافتن کاربرد این زبان در زمینه‌های دیگر فنی و مخصوصی برآمدند. برآیند این تلاش‌ها در حال حاضر uml را به عنوان قدرتمندترین زبان مدل‌سازی در دنیای نرم‌افزار مطرح ساخته است.

۴-۲- مستندات پیاده سازی

- محیط و زبان مورد استفاده جهت پیاده سازی دلفی ۲۰۱۰ می باشد
- Source اصلی برنامه به همراه کلیه External Source های بکار رفته در cd های پیوست موجود می باشد.

- نحوه نصب برنامه: با توجه به اینکه برنامه به ماژول خاصی در زمان اجرا نیاز ندارد لذا برای راحتی کاربر به نصب کردن هم نیاز ندارد و برای اجرای برنامه فقط کافیست تا بر روی فایل اجرایی برنامه دابل کلیک انجام شود.

-

۴-۳- مشخصات عمومی نرم افزار

۱. بسته نرم افزاری ارائه شده کاملاً مستقل و کامل بوده و کلیه ویرایشگرها، فونت ها، فارسی ساز، تصاویر و نرم افزارهای جانبی مورد نیاز برای قسمت اصلی آن در داخل بسته نرم افزاری ارائه شده موجود باشد.
 ۲. نرم افزار ارائه شده سازگار با سیستم عامل M.S.Window نگارش ۹۵ به بالا بوده و توانایی تبادل اطلاعات با گروه برنامه های M.S.Office را دارا می باشد.
 ۳. صفحه اصلی برنامه دارای منوهای رایج شامل منوهای فایل File (اولین منو) برای باز نمودن تصویر اسکن شده چارت باران نگار، منوی تنظیمات ، Help (آخرین منو) باشد.
 ۴. آخرین منو (منوی Help) حاوی مطالب زیر می باشد :
- الف - لیست کلیه متغیرها و پارامترهای موجود ورودی یا خروجی بکار رفته در نرم افزار همراه با توضیح کافی در هر مورد.
- ب - قابلیت های نرم افزار و کاربرد همراه با مثال.

ج - دفترچه راهنمای کار با نرم افزار : مطالب این دفترچه در منو Help نیز قابل دسترسی و چاپ می باشد.

د - آخرین گزینه منوی Help تحت عنوان "پدید آورندگان" و یا "about us" شامل معرفی محققان طراح نرم افزار بوده و در پایان، جمله "این نرم افزار با هزینه (یا با مشارکت) کمیته تحقیقات شرکت سهامی آب منطقه‌ای استان گیلان تهیه شده و کلیه حقوق مادی و معنوی آن متعلق به این شرکت می باشد" درج شده است.

۵. چاپ خروجی نرم افزار ارائه شده شامل فایل متغیرهای محاسبه شده و فایل داده های اولیه، نمودارها، تصاویر توسط کاربر و به راحتی امکان پذیر باشد.

۶. فایل داده های اولیه نرم افزار دارای مقادیر اولیه و پیش فرض (Default) منطقی و قابل رؤیت می باشد.

۷. بطور کلی هدف، ارائه نرم افزار به صورت کاربر دوست User friendly بوده، بنابراین به هنگام بروز خطا در هنگام کار، برنامه دارای پیام های راهنمای مناسب می باشد.

۴-۴- نحوه نگهداشت و توسعه

کلیه Error هایی که ممکن است در موقع استفاده برنامه رخ دهد به همراه نحوه رفع آنها در این قسمت توضیح داده شده و نحوه پشتیبانی و Backup گیری و سایر مسایل مربوط به نگهداشت، به شرح زیر می باشد.

۱- عدم تعیین مرکز مختصات

در صورت تعیین نکردن مرکز مختصات کاربر قادر به ادامه کار نمی باشد و پیام خطایی مبنی بر مشخص کردن مرکز مختصات همانند شکل زیر ظاهر میگردد.



۲- عدم تعیین محور X ها

در صورت تعیین نکردن محور X ها کاربر قادر به ادامه کار نمی باشد و پیام خطایی مبنی بر مشخص کردن محور X ها همانند شکل زیر ظاهر میگردد.



۳- عدم تعیین محور y ها

در صورت تعیین نکردن محور Y ها کاربر قادر به ادامه کار نمی باشد و پیام خطایی مبنی بر مشخص کردن محور Y ها همانند شکل زیر ظاهر میگردد.



۴- عدم رسم خط بارش

در صورت مشخص نمودن خط بارش کابر قادر به استخراج اطلاعات نمی باشد

۵- مراجع

- 1) The Culture and Civilization of Ancient India in Historical Outline; Kosambi, 1982 ISBN 978-0706913996
- 2) Baek Seokgi. (1987). Woongjin Wi-in Jeon-gi #11 Jang Yeong-sil. Woongjin Publishing.
- 3) Weathershack history on rain gauge
- 4) Groisman, P.Y. (1994): "The Accuracy of United States Precipitation Data" Bulletin of the American Meteorological Society 75(2): 215–227.
- 5) AgriMet Precipitation Measurements
- 6) "The Tipping Bucket Rain Gauge". National Weather Service.
- 7) Ffolliot, P. F., 1990: Manual on Watershed Instrumentation and Measurements. ASEAN-US Watershed Project, Laguna, Philippines, 194 pp
- 8) WALTER M. T., P. MUTCH, C. D. SALMON, D. K. MCCOOL, Digitizing Chart Recorder Data: Coordinate System Conversion for Rain Gauges and Similar Recording Instruments, JOURNAL OF ATMOSPHERIC AND OCEANIC TECHNOLOGY, (16) 1138-1145.

Abstract

Though chart recorder data are widely available for many environmental parameters over long periods of record, but traditional data reading and nonorthogonal coordinate systems of many types of recorder charts complicates data extraction such that it is almost always manual. Perhaps the most common data available on these types of charts are precipitation from weighing-type recording rain gauges. Unfortunately, because most digitizer software assumes the data being digitized have an orthogonal coordinate system, the nonorthogonality inherent in these charts prevents simple digitization of the data. Most of the researches outline manual break-point tabulation in detail with no reference to any software or published methodologies for electronic data extraction. A simple procedure is presented here to transform digitized chart recorder data into meaningful, accurate data using readily available software.

Key Words: *rain gage, recorder, chart, software ,*

Islamic Republic of Iran
Ministry of Energy

Iran Water Resources Management CO
(IWRMC)
Applied Research Office

Final Report on:
**Development of a user- friendly software for digitizing
precipitation charts**

Organization: Guilan University
Researcher: Dr. M.vazifiedoust

Date: March 2011