



مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

## کاربرد سنسورهای الکترونیکی بارش - رواناب و لزوم کالیبراسیون تجهیزات ( مطالعه موردی : استان گلستان )

حسن فرازجو<sup>۱</sup>، سید محمد حسینی<sup>۲</sup>، ایمان کریمی راد<sup>۳</sup>، حمید رضا اسلامی<sup>۴</sup>

۱- مدیر دفتر مطالعات پایه منابع آب، شرکت آب منطقه ای گلستان - گرگان، ابتدای جاده آق قلا، کدپستی

farazjoo@gmail.com - ۴۹۱۳۹۳۳۱۶۵

۲ و ۳- کارشناس گروه مطالعات آب های سطحی، شرکت آب منطقه ای گلستان absathia@yahoo.com

۴- کارشناس شرکت مهندسی مشاور شمال و دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علی

آباد کتول hamid\_Eslami82@yahoo.com

### چکیده

ثبت مقادیر بارندگی به همراه شدت - مدت بارش و نیز آگاهی از مقادیر آبدهی رودخانه در زمان واقعی، یکی از مهمترین مولفه های مدیریت غیر سازه ای سیلاب می باشد. در این مقاله تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در ایستگاه های باران سنجی و هیدرومتری استان گلستان برای ثبت وقایع بارش - رواناب از جمله باران سنج های الکترونیکی تیپینگ باکت و سطح سنج های رودخانه ای شفت انکودر، معرفی شده اند. همچنین مفهوم کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری و لزوم انجام آن در ثبت صحیح وقایع بارندگی مورد بحث قرار گرفته است. روش های نوین ثبت و انتقال اطلاعات با استفاده از سامانه های مخابراتی شامل خطوط تلفن ثابت و موبایل نیز به اختصار بیان شده است. نتایج نشان می دهد که مزیت سنسورهای الکترونیکی و دیتا لاگرها، توانایی آن ها در ثبت و ذخیره داده ها در بانک اطلاعاتی راقومی می باشد که کاربرد داده های ثبت شده را بسیار آسان تر و سریع تر می نماید. برای تعیین بهترین سیستم اتوماتیک، باید نیاز فعلی مصرف کننده و برنامه های مانیتورینگ در آینده مورد توجه قرار گیرد.

واژگان کلیدی: باران سنج الکترونیکی، سطح سنج الکترونیکی، کالیبراسیون، بارش - رواناب



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

#### ۱- مقدمه

وقوع سیلاب های متعدد در اکثر حوضه های آبریز کشور و افزایش خسارات ناشی از آن به ویژه در حوضه های شهری ، اجرای طرح های جامع مدیریت سیلاب را اجتناب ناپذیر ساخته است که با توجه به سابقه وقوع سیل های ویرانگر ، استان گلستان از این نظر، اهمیت خاصی می یابد .

یکی از مهمترین مولفه های مدیریت سیلاب ، آگاهی از مقادیر بارش و دبی رودخانه ها در زمان واقعی می باشد تا فرصت کافی برای هشدار و مدیریت سیل در مناطق پایین دست ، وجود داشته باشد. نوین سازی ایستگاه های باران سنجی و هیدرومتری و استفاده از سنسورهای الکترونیکی بارش - رواناب ، یکی از راهکار های نوین افزایش دقت و سرعت اطلاع رسانی می باشد که در این مقاله ، به اختصار تشریح می گردد.

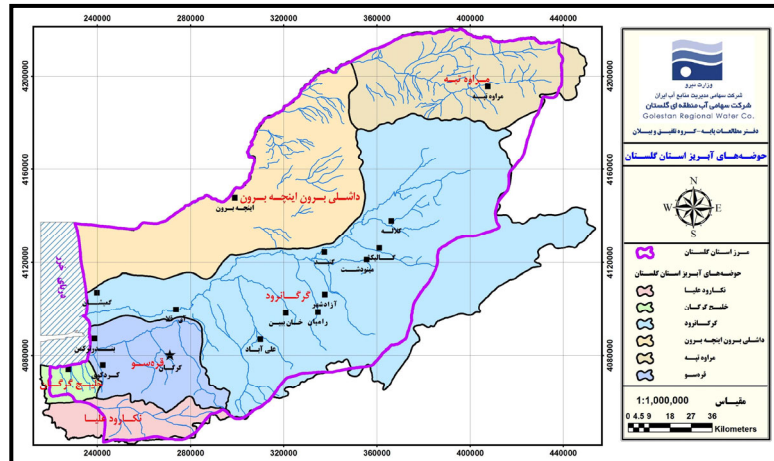
#### ۲- مواد و روش ها

##### ۲-۱- معرفی منطقه مورد مطالعه

استان گلستان با مساحت بالغ بر ۲۰۴۳۸ کیلومتر مربع شامل ۱۴ شهرستان با جمعیت بیش از ۱۷۷۷۰۰۰ نفر در شمال کشور و ضلع شرقی دریای خزر واقع شده است . متوسط بارندگی سالانه استان حدود ۴۵۰ میلیمتر می باشد به طوری که در ارتفاعات جنوبی تا ۷۰۰ میلیمتر و در مناطق دشتی واقع در شمال استان در حدود ۲۰۰ میلیمتر تغییر می کند. درجه حرارت متوسط سالانه در مناطق جنوبی حدود ۱۰ درجه سانتی گراد و در شمال استان تا ۱۷/۵ درجه می رسد. حوضه های آبریز گرگانرود ، اترک سفلی ، قره سو ، شرق خلیج گرگان و نکارود علیا، حوضه های آبریز استان گلستان می باشند . ( حسینی ، ۱۳۹۳ )

دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه ای گلستان با تکمیل و تجهیز ۳۲ ایستگاه باران سنجی ، ۲۹ ایستگاه تبخیر سنجی ، ۶۳ ایستگاه آب سنجی و ۴ ایستگاه برف سنجی ، آمار و اطلاعات منابع آب سطحی حوضه های آبریز استان گلستان را ثبت و تحلیل می نماید .

در این میان احداث و ارتقاء ایستگاه های باران سنجی و هیدرومتری به منظور ثبت مقادیر شدت و مدت بارش ، دبی رودخانه ، رسوب معلق و بار کف ، کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب از جنبه های مختلف عمرانی حائز اهمیت می باشد و کاربرد گسترده این اطلاعات در طراحی سد ها ، پل ها و سایر سازه های آبی ، منجر به توجه ویژه ای به ایستگاه های پایش منابع آب در استان گلستان شده است.



شکل ۱- نقشه حوضه های آبریز استان گلستان

## ۲-۲- سنسورهای الکترونیکی باران سنجی

ایستگاه های باران سنجی با هدف سنجش میزان بارندگی تاسیس می شوند و بر حسب دوره و زمان اندازه گیری به سه نوع ذخیره ای، معمولی و ثبات تقسیم می شوند. باران سنج معمولی با هدف تعیین میزان بارندگی روزانه نصب می شود و توسط دیده بانهای محلی (متصدی ایستگاه) دو نوبت در روز اندازه گیری می شود. باران سنج های ذخیره ای با هدف تعیین میزان بارندگی در ارتفاعات و محل هایی که امکان دسترسی روزانه به آن نیست، نصب می شوند و در آنها میزان نزولات جوی به صورت تجمعی اندازه گیری می شود. هدف اصلی از تاسیس باران سنج های ثبات، تعیین شدت و مدت بارندگی است. باران سنج های ثبات دارای دو نوع کلی مکانیکی و الکترونیکی می باشند. باران سنج های الکترونیکی با فناوری های نوین قابلیت اطلاع رسانی مقادیر بارش در زمان واقعی را دارا می باشند. سنسور های تیپینگ باکت<sup>۱</sup>، وزنی و لیزری از انواع فناوری های الکترونیکی باران سنجی می باشند. انتخاب هر یک از انواع فناوری های ساخت سنسور متناسب با نیاز و شرایط اقلیمی منطقه نصب دستگاه صورت می پذیرد.

<sup>1</sup> Tipping Bucket



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

در حال حاضر متداولترین فناوری ساخت سنسور باران سنجی، سنسور تیپینگ باکت می باشد. این نوع باران سنج دارای دو پیمانانه با حجم مشخص می باشد. بعد از پر شدن حجم داخل پیمانانه به وسیله شمارنده الکترونیکی اندازه گیری می شود. در مناطق سردسیر برای ذوب کردن بارشهای جامد نیاز به گرمکن دارد. محل ورود باران به داخل باران سنج به صورت دوره ای باید تمیز شود. در صورت نیاز به گرمکن بهتر است در مناطقی نصب شود که دارای برق شهری باشد. در مناطق گرمسیری نیاز به گرمکن ندارد و با مصرف حداقل انرژی دارای کارایی مناسب می باشد. این سنسور، امکان اندازه گیری شدت و مقدار بارندگی را دارا می باشد.

مشخصات فنی عمومی این سنسور به شرح زیر است: ( دفتر مطالعات پایه منابع آب .

(. ۱۳۸۹)

- سطح دهانه تجمع: استاندارد سازمان جهانی هواشناسی برابر ۲۰۰ سانتی متر مربع
- حداکثر شدت قابل اندازه گیری: ۷ میلی متر بر دقیقه
- صحت اندازه گیری:  $\pm 0/1$  میلی متر
- مجهز به سیستم گرمکن اتوماتیک
- امکان اندازه گیری بارندگی های جامد ( تگرگ و برف )
- بدنه فلزی و از جنس آلومینیوم آندائیز شده یا استیل ضدزنگ باشد.
- درجه حفاظت بدنه: حداقل استاندارد IP۵۵
- مجهز به حلقه محافظ برای ممانعت از نشستن پرندگان

باران سنج وزنی، از روش اندازه گیری وزن بارش استفاده می کند. با استفاده از سیستم تخلیه خودکار بدون نیاز به سرکشی دوره ای، امکان اندازه گیری و ثبت اطلاعات در زمان های طولانی مقدور می باشد و نیاز به گرمکن ندارد لذا برای مناطق سردسیر که فاقد برق می باشند مناسب است. امکان اندازه گیری نزولات جوی به صورت جامد و مایع را دارا می باشد.

در باران سنج لیزری با استفاده از پردازش سیگنال، انواع بارشها و نزولات جوی از قبیل باران، برف، تگرگ، باران همراه برف، شبنم، قابل اندازه گیری می باشد در این نوع فناوری، هم شدت و هم مقدار بارش با دقت بالا قابل اندازه گیری می باشد. در مناطقی که دارای توفان شن می باشد و امکان استفاده از نوع تیپینگ باکت، به علت مسدود شدن دهانه باران سنج از شن فراهم نمی باشد، کاربرد بیشتری دارد. به علت عدم نیاز به گرمکن در مناطق سردسیری قابل استفاده می باشد.



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

در ایستگاه های باران سنجی استان گلستان از دستگاه هایی با فناوری سنسور تیپینگ باکت استفاده شده است . شکل ۲ نمونه ای از دستگاه نصب شده در ایستگاه آشوراده را نشان می دهد.



شکل ۲- نمونه از دستگاه باران سنج الکترونیکی با فناوری تیپینگ باکت - ایستگاه آشوراده

### ۲-۳- سنسورهای الکترونیکی آب سنجی

ایستگاه های آب سنجی یا هیدرومتری به منظور بررسی حجم آبدهی رودخانه ها ، تعیین رسوب معلق و رسوب بستر و کیفیت فیزیکی و شیمیایی آب تاسیس می شوند ( مهدوی ، ۱۳۸۵ ) . اندازه گیری دبی رودخانه ها نیز توسط تکنسین های آب سطحی به طور مرتب و معمولا دو بار در ماه صورت می گیرد . همزمان با اندازه گیری دبی ، نمونه برداری رسوب و کیفیت شیمیایی آب نیز انجام می شود. در مواقع سیلابی دفعات اندازه گیری دبی بیشتر می گردد . پس از پایان یافتن سال آبی ، منحنی دبی - اشل<sup>۱</sup> برای هر ایستگاه تهیه شده و دبی متوسط روزانه ، دبی حداکثر سیلابی و سایر اطلاعات مربوط به آبدهی ایستگاه تهیه می گردد.

اندازه گیری سرعت جریان رودخانه با استفاده از دستگاه مولینه انجام می شود . در مواقع سیلابی ، دستگاه مولینه با استفاده از جرثقیل از روی پل تلفریک و یا ساختمانی به درون

<sup>1</sup> Rating Curve or Stage-Discharge curve



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

رودخانه انتقال می یابد. نمونه برداری بار معلق با استفاده از نمونه بردار مخصوص و اندازه گیری بار کف نیز با استفاده از دستگاه نمونه بردار هلی - اسمیت انجام می شود. برای ثبت پیوسته تغییرات سطح آب از دستگاه سطح سنج ثابت<sup>۱</sup> استفاده می گردد. انواع دستگاه های ثابت بر مبنای چگونگی انعکاس تغییرات سطح آب تقسیم بندی می شوند. (مهدوی، ۱۳۸۵). سطح سنج ها معمولا دارای دو نوع مکانیکی و الکترونیکی می باشند. روش های متعددی برای اندازه گیری الکترونیکی تغییرات سطح آب رودخانه ها وجود دارد که مهمترین آن ها استفاده از سنسورهای اولتراسونیک<sup>۲</sup>، سنسورهای فشاری شناور<sup>۳</sup>، سنسورهای اندازه گیری فشار (اندازه گیری حباب)<sup>۴</sup> و دستگاه های ثابت دارای شناور (شفث انکودر)<sup>۵</sup> می باشند (Resources Inventory Committee.1998). سنسورهای اولتراسونیک با ارسال امواج صوتی و در نظر گرفتن زمان انتقال موج به محاسبه فاصله سطح آب می پردازد. مزیت این روش عدم تماس فیزیکی سنسور با جریان آب رودخانه است و در مناطق سیل گیر که غرقاب می شوند در بالاتر از سطح آب نصب شده و ایمن تر می باشد. مهمترین عیب آن، وابستگی سرعت موج به شرایط محیطی (دما، فشار و رطوبت) است که صحت داده های ثبت شده را تحت تاثیر قرار می دهد. در روش سنسورهای فشاری شناور، یک مبدل فشار در یک عمق ثابت در آب رودخانه، غوطه ور می گردد و امواج دیجیتالی از طریق یک سامانه به دیتالاگر ارسال می گردد. علاوه بر ارسال سیگنال، سنسور با استفاده از لوله های هواکش با فشار تطبیق می یابد و در صورت کاهش یا افزایش فشار، داده ها ثبت می شوند. مزیت این روش، کم هزینه بودن و نصب آسان و عیب آن تغییر در صحت داده ها می باشد. سنسورهای اندازه گیری فشار (اندازه گیری حباب)، شبیه به روش قبلی است که با استفاده از کپسول های هوای فشرده و یا گاز نیتروژن و خروج حباب های گاز از لوله ای که داخل آب قرار می گیرد و اندازه گیری تغییرات فشار، می توان ارتفاع آب را بدست آورد. مزیت این روش نیز، کم هزینه بودن و عیب آن نیاز به وجود منبع جداگانه گاز می باشد. در روش شفث انکودر از شناور<sup>۶</sup> و قرقره<sup>۱</sup> استفاده می شود. شناور بر روی سطح آب قرار می گیرد و اگر بالا یا پایین بیاید، دستگاه مقادیر مثبت یا منفی وابسته به جهت تغییر را ثبت

<sup>1</sup> -Water Recorder Stage

<sup>2</sup> -Ultrasonic Level Sensors

<sup>3</sup> -Submersible Pressure Sensors

<sup>4</sup> - Pressure Measurement Sensors ( Bubbler Gauges )

<sup>5</sup> - Shaft Encoder with Float Assemblies

<sup>6</sup> - Float



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

می کند. مهمترین مزیت این روش، سهولت استفاده در ایستگاه های موجود و صحت داده ها می باشد. مهمترین مساله آن نیاز به احداث لیمنوگراف لوله ای می باشد.

در پژوهش های قبلی نیز، با توجه به بررسی مزایا و معایب دستگاه های متداول ثبات جریان و امتیاز دهی به آنها، روش مستقیم ثبت تغییرات با شناور، گزینه برتر از نظر فنی و البته اقتصادی تشخیص داده شده است (جلال الدینی کرکی و سیدی، ۱۳۸۵). متداول ترین فناوری ساخت سنسور سطح سنج آب، شفت انکودر می باشد. مشخصات فنی عمومی این نوع سنسور به شرح زیر است: (دفتر مطالعات پایه منابع آب، ۱۳۸۹).

- حداقل محدوده اندازه گیری از نقطه تنظیم: ۲۰ متر

- دقت اندازه گیری: ۱ میلی متر

- صحت اندازه گیری:  $\pm 1$  سانتی متر

- محافظت بدنه: حداقل استاندارد IP۵۵

در تجهیز ایستگاه های هیدرومتری استان گلستان نیز از نوع سنسور های شفت انکودر استفاده گردیده است که دارای دیتالاگر بوده و با توجه به تنظیمات زمانی مربوطه، تغییرات سطح آب را به طور پیوسته ثبت می نمایند و قابلیت اتصال به شبکه مخابراتی و انتقال دیتا از طریق تلفن ثابت، تلفن همراه و ماهواره را دارند.



شکل ۳- دستگاه های سطح سنج الکترونیکی با سنسور شفت انکودر - استان گلستان  
برای انتقال اطلاعات از دستگاه مودم استفاده می گردد که دارای انواع مودم تلفن ثابت و مودم موبایل (جی اس ام)<sup>۲</sup> می باشد. در روش تلفن ثابت، نیاز به کابل کشی تلفن تا محل

<sup>1</sup> - Pulley

<sup>2</sup> - GSM: Global System for Mobile Communications



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

ایستگاه هیدرومتری می باشد که این موضوع در چند ایستگاه هیدرومتری از جمله ایستگاه دو راهی دشت انجام شده است و با برقراری تماس از مرکز کنترل شرکت آب منطقه ای گلستان با شماره تلفن ایستگاه و استفاده از نرم افزار های رابط نسبت به انتقال اطلاعات سطح آب رودخانه از دیتالاگر منصوب در ایستگاه به کامپیوتر کاربر در محل شرکت اقدام می شود. مودم جی اس ام نیاز به کابل کشی تلفن ندارد و از سیم کارت تلفن همراه استفاده می گردد و متداول تر می باشد. در این روش می توان از طریق خط دیتا و یا جی پی آر اس<sup>۱</sup> نسبت به انتقال اطلاعات ثبت شده در دیتالاگر به مرکز کنترل اقدام نمود. در روش دیتا همانند روش تلفن ثابت با شماره گیری از مرکز کنترل، انتقال اطلاعات انجام می شود و هزینه نگهداری آن بیشتر می باشد. جی پی آر اس، یک سرویس در شبکه جی اس ام می باشد که امکان ارسال و دریافت اطلاعات روی شبکه اینترنت از طریق تلفن همراه را فراهم می نماید و هزینه های نگهداری کمتری دارد. در مجموع در ایستگاه های هیدرومتری استان گلستان در ۷ ایستگاه، انتقال اطلاعات از طریق خط دیتا و در ۵ ایستگاه، انتقال اطلاعات از طریق جی پی آر اس فعال شده است.

#### ۲-۴- کالیبراسیون تجهیزات

عامل مهم در عملکرد دستگاه های اندازه گیری، دقت است. یک دستگاه اندازه گیری دقیق به هنگام دریافت ورودی های یکسان، خروجی های یکسانی را هر بار تولید خواهد کرد. هر دستگاه اندازه گیری که سیگنال خروجی مشابهی را از یک ورودی ثابت پدید می آورد، دارای دقت می باشد. اما صحت، به این موضوع که مقدار قرائت شده توسط یک دستگاه اندازه گیری تا چه اندازه به اندازه واقعی نزدیک می باشد، اشاره می کند. وسایل اندازه گیری کالیبره می شوند تا در محدوده مشخصات تولید کننده، صحت داشته باشند. صحت یک عامل اساسی در عملکرد دستگاه اندازه گیری می باشد. در کالیبراسیون دستگاه اندازه گیری، صحت معنای ویژه ای دارد، صحت به این موضوع دلالت دارد که یک مقدار اندازه گیری شده تا چه حد به مقدار واقعی آن نزدیک می باشد (هدایتی و همکاران ۱۳۸۸).

بهره برداری مستمر از وسایل اندازه گیری عوامل آب و هواشناسی منجر به انحراف و خارج شدن دقت اندازه گیری از دامنه خطای قابل قبول می گردد، لذا هرگونه فعالیتی که منجر به

<sup>1</sup> - GPRS: General Packet Radio Services





## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز

هدایت عملکرد دستگاه به حیطة خطای قابل قبول باشد را کالیبراسیون می گویند (دفتر مطالعات پایه شرکت مدیریت منابع آب ایران ، ۱۳۸۵)

به منظور اطمینان از صحت مقادیر بارندگی ثبت شده توسط سنسورهای الکترونیکی ، دفتر مطالعات پایه شرکت آب منطقه ای گلستان ، دستگاه های منصوب در ایستگاه ها را به طور دوره ای به آزمایشگاه کالیبراسیون مؤسسه تحقیقات آب وزارت نیرو ارسال می نماید و گواهی کالیبراسیون دریافت می نماید . کالیبراسیون باران سنج ها عموماً در شرایط محیطی با دمای  $23 \pm 2$  درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۶۰-۳۵٪ و شدت های مختلف بارندگی انجام می شود.

### ۳- نتایج و بحث

حوضه های آبریز استان گلستان، موزاییکی از کاربری اراضی های مختلف هستند که الگو های متفاوتی از پوشش گیاهی را در همه مراحل رشد در بر می گیرند و دارای زمین شناسی، خاکشناسی و اقلیم های متفاوتی می باشند. این تنوع محیطی قادر است نقش موثری در فرآیند بارش- رواناب حوضه های استان و وقوع سیل های ناگهانی داشته باشد لذا توسعه شبکه سنجش منابع آب سطحی به ویژه باران سنج های اتوماتیک و ایستگاه های هیدرومتری از مولفه های با ارزش مدیریت غیر سازه ای سیلاب محسوب می گردند.

در این مقاله تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در ایستگاه های باران سنجی و هیدرومتری استان گلستان برای ثبت وقایع بارش - رواناب از جمله باران سنج های الکترونیکی تیپینگ باکت و سطح سنج های رودخانه ای شفت انکودر ، معرفی شد. همچنین مفهوم کالیبراسیون تجهیزات اندازه گیری و لزوم انجام آن در ثبت صحیح وقایع بارندگی مورد بحث قرار گرفت . روش های نوین ثبت و انتقال اطلاعات با استفاده از سامانه های مخابراتی شامل خطوط تلفن ثابت و موبایل نیز به اختصار بیان گردید .

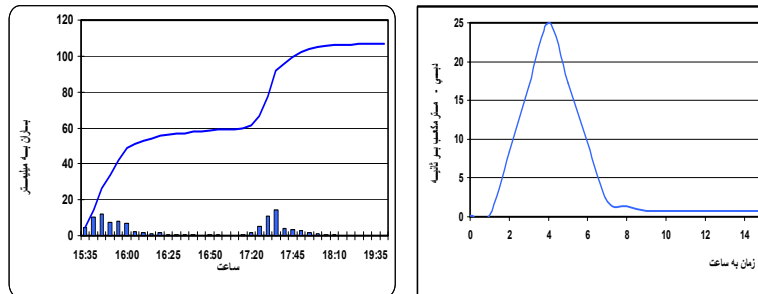
شکل ۴ نمونه ای از هایتوگراف بارندگی و هیدروگراف سیلاب ثبت شده توسط دستگاه های الکترونیکی در ایستگاه سنجش منابع آب استان گلستان می باشد. نتایج نشان می دهد که مزیت سنسورهای الکترونیکی و دیپتالاگرها ، توانایی آن ها در ثبت و ذخیره داده ها در بانک اطلاعات رقومی می باشد که کاربرد داده های ثبت شده را بسیار آسان تر و سریع تر می نماید. همچنین برای تعیین بهترین سیستم اتوماتیک ، باید نیاز فعلی مصرف کننده و برنامه های مانیتورینگ در آینده مورد توجه قرار گیرد.



## مجموعه مقالات اولین همایش ملی نقش برنامه ریزی و طراحی شهری

### بر سیلاب شهری

۲۰ شهریور ماه ۱۳۹۳، مؤسسه آموزش عالی هراز



شکل ۴- هایئوگراف بارش مورخ ۸۸/۳/۲۹ ایستگاه باران سنج الکترونیکی ناهار خوران و هایئوگراف سیلاب متناظر در ایستگاه هیدرومتری الکترونیکی ناهار خوران (بالادست شهرستان گرگان)

### تشکر و قدردانی

تکمیل، تجهیز و نوین سازی ایستگاه های شبکه سنجش منابع آب استان گلستان با استفاده از اعتبارات مالی شرکت آب منطقه ای گلستان انجام شده است که نگارندگان مقاله بر خود لازم می دانند از حمایت های مدیر عامل محترم شرکت، اعضای محترم هیات مدیره و همکاران محترم دفتر مطالعات پایه منابع آب شرکت آب منطقه ای گلستان به ویژه آقای مهندس نادری، تشکر و قدر دانی نمایند.

### منابع مورد استفاده

۱. جلال الدینی کرکی، س و سیدی. ۱۳۸۵. اصول فنی نصب لیمنوگراف، انتخاب محل، ثبت و برداشت داده ها در خشکرودها. مجموعه مقالات هفتمین سمینار بین المللی مهندسی رودخانه، انتشارات دانشگاه شهید چمران اهواز. ۳۶۰ ص.
۲. حسینی، س. م. ۱۳۹۳. آب و اقتصاد کشاورزی استان گلستان. چاپ اول. انتشارات گلستان لغت. ۱۵۱ ص.
۳. دفتر مطالعات پایه منابع آب. ۱۳۸۹. نمونه اسناد و شرایط مناقصه و نمونه قرارداد خرید ادوات و تجهیزات آب و هواشناسی. شرکت مدیریت منابع آب ایران - وزارت نیرو. ۷۲ ص.
۴. دفتر مطالعات پایه منابع آب. ۱۳۸۵. دستورالعمل برنامه واسنجی ادوات و تجهیزات آب و هواشناسی. شرکت مدیریت منابع آب ایران - وزارت نیرو. ۱۴ ص.
۵. مهدوی، م. ۱۳۸۵. هیدرولوژی کاربردی. جلد اول، چاپ ششم. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۴۲ ص.
۶. هدایتی، ع. حریر پوش، م و علی نژاد طاهری. ۱۳۸۸. سیستم های اندازه گیری دقیق و کالیبراسیون. انتشارات پلک.
7. Resources Inventory Committee. (1998). Manual of Standard Operating- Procedures for Hydrometric Surveys in British Columbia, version 1.1, Ministry of Environment.