



بررسی امکان احداث نیروگاه برق آبی کوچک بر روی رودخانه زنگلانلو استان خراسان رضوی

سحر خزاعی - کارشناسی ارشد آبیاری زهکشی - دانشگاه فردوسی *

ریحانه بدیعی - لیسانس مهندسی آب - دانشگاه فردوسی

دکتر سعید رضا خدانشناس - عضو هیئت علمی گروه مهندسی آب - دانشگاه فردوسی

s.khazaei88@gmail.com: پست الکترونیکی

چکیده

ایران کشوری خشک و نیمه خشک، با میانگین بارش سالانه ۲۲۸ میلی متر در سال و همراه با عدم توازن در توزیع منابع آبی و بارندگی می باشد. با این وجود قسمت هایی از کشور مخصوصاً دامنه های زاگرس و البرز مناطقی مستعد برای تامین برق کشور می باشند. از طرفی محدودیت برق رسانی به روستاها به دلیل دور بودن از شبکه برق سراسری و همچنین صعب العبور بودن مسیر ها برای رسانیدن برق به مناطق ، مسئولین و اندیشمندان را بر این داشته است تا بتوان از انرژی حاصل از رودخانه ها برای تولید برق در مناطق روستایی استفاده نمود . با توجه به آمارهای موجود از استان خراسان رضوی ، پتانسیل نصب نیروگاه برقابی کوچک بر روی رودخانه زنگلانلو بررسی شد و با توجه به اینکه این رودخانه دارای دبی متوسط ۲ مترمکعب بر ثانیه می باشد، نیروگاه بررسی شده جزو نیروگاه های کوچک قرار می گیرد. پیشنهاد می شود که نصب نیروگاههای برقابی در رودخانه هایی انجام گیرد که دبی متوسط آنها بیشتر از ۴ متر مکعب بر ثانیه باشد ، تا بتوان از لحاظ اقتصادی توجیهی برای آن داشت.

کلمات کلیدی: دبی متوسط ماهانه، رودخانه زنگلانلو، نیروگاه برق آبی کوچک

مقدمه

ایران کشوری است خشک، با میانگین بارش سالانه ۲۲۸ میلی متر در سال و عدم توازن در توزیع منابع آبی و بارندگی، به عبارت دیگر دو رشته کوه زاگرس و البرز و حوضه های آن، عمده ترین منابع آبی و بارش سالانه کشور را تشکیل می دهند و مابقی سرزمین ایران، سرزمین خشک و دارای میزان پایین بارندگی سالیانه است. با این وجود شرایط مناسب آب سرازیر شده از زاگرس و البرز توانایی تولید حجم وسیعی از انرژی برق آبی را دارد. این در حالی است که ایران با دارا بودن پتانسیل تولید ۶۰ هزار گیگا وات انرژی برق آبی، می تواند یک سوم انرژی

مصرفی خود را از این حوضه تامین کند. با توجه به این که فلات ایران از شمال به سلسله جبال البرز و از غرب به سلسله جبال زاگرس متصل است، عمده ترین پتانسیل برق آبی کشور در استان های شمالی کشور و استان های غرب ، جنوب غرب و شمال غرب متمرکز شده است. استان های گیلان، مازندران، فارس، آذربایجان شرقی و غربی ، خوزستان، کردستان، لرستان و چهارمحال و بختیاری مستعدترین استان های کشور جهت تولید برق آبی هستند. هم اکنون از مجموع انرژی برق آبی تولیدی در سطح جهان ۲۲/۵ درصد در اروپا ، ۲۱/۵ درصد در آمریکای شمالی و مرکزی و ۲۵ درصد در آسیا (عمدتا در چین و روسیه) تولید می شود [۱]. پتانسیل ایران برای تولید برق از طریق انرژی آب، تقریباً ۳۹۰۰۰ مگا وات تخمین زده شده است که در حال حاضر فقط ۱۰٪ از این میزان تولید می شود. چهل سال قبل، حدود ۳۶/۴٪ از برق کشور با استفاده از انرژی آب تولید شده در حالیکه این میزان در سال ۲۰۰۰ به ۸٪ کاهش یافته است. این در حالی است که تولید انرژی برق آبی در بسیاری از کشورها پیشرفت چشمگیری داشته است. برزیل، کانادا، نروژ، سوئیس و ونزوئلا قسمت اعظم برق خود را از طریق انرژی برق آبی تامین می کنند [۲].

انواع نیروگاههای برقی [۳]

۱- نیروگاههای آبی در رودخانه های دائمی

۲- نیروگاههای آبی با مخزن تنظیمی روزانه

۳- نیروگاههای مخزنی

۴- نیروگاهها با مخازن پمپاژ شده

نیروگاههای برق آبی کوچک یک پتانسیل بزرگ جهانی تولید برق می باشند که مشکلات زیست محیطی کمی به همراه دارند. این نیروگاهها با وجود عدم آلوده سازی محیط طبیعی و زیست، پایان ناپذیری منبع تامین انرژی، توسعه مناطق و اشتغال زایی در بازار انرژی جهانی تنها نزدیک به ۴٪ ظرفیت کل نیروگاههای برق آبی را تشکیل می دهد. این نیروگاهها دارای هزینه سرمایه گذاری بالا و هزینه بهره برداری کم می باشند که چنانچه پتانسیل یابی محل با دقت کافی به عمل آمده و اثرات منفی آن تا حد امکان کاهش پیدا کند، در نواحی از استان که به دلیل ویژگی منطقه دارای امکانات بالقوه انرژی آب هستند، بسیار حائز اهمیت می باشد. در حال حاضر تحقیق و شناسایی دقیق ظرفیت های موجود پتانسیل های برق آبی کوچک کشور به منظور توسعه تکنولوژی مورد استفاده این نیروگاهها و تقویت تولید انرژی در کشور بسیار ضروری به نظر می رسد [۴].

با توجه به عدم امکان اتصال مناطق دورافتاده به شبکه انتقال برق کشور استفاده از پتانسیل های آبی کوچک در این مناطق به منظور تولید انرژی الکتریکی مورد نیاز، می تواند منشا تاثیرات اجتماعی و اقتصادی بسیاری باشد. با توجه به این موضوع در مقاله ای برای استان لرستان بررسی های لازم به منظور شناسایی نقاط مستعد جهت نصب نیروگاه های برق آبی کوچک انجام شد. تعداد ۷۵ محل دارای پتانسیل برق آبی میکرو در استان شناسایی شد. از بین این نقاط نقشه برداری و اندازه گیری دقیق برای ۱۰ نقطه انجام گرفت. سپس برای دو نمونه محاسبات دقیق و طراحی تجهیزات انجام گردید. در پایان نتایج برآوردی توان تولیدی مناطق مورد نظر و محاسبات اقتصادی ارائه گردید. نتایج نشان دهنده به صرفه بودن نصب این نیروگاهها جهت تولید انرژی الکتریکی به خصوص در نقاط دور دست شبکه می باشد [۵].



هوسمی و دیان به بررسی زیست محیطی استفاده از انرژی برق آبی کوچک در نیروگاه کلیور تالش و نقش آن در پایداری شبکه پرداختند. در انتها با توجه به مزایای زیست محیطی به کارگیری این نیروگاهها در خطوط انتقال آب، مسائل مربوط به نحوه استفاده از برق تولیدی و راهکارهای لازم جهت استفاده بهینه از انرژی در دسترس در خطوط انتقال آب ارائه و جایگزینی شیرهای فشار شکن (کنترل دبی) مورد استفاده در خطوط انتقال آب با نیروگاههای برق آبی کوچک به عنوان یک راهکار اساسی جهت صرفه جویی و بازیافت انرژی در طراحی و اجرای خطوط انتقال آب پیشنهاد گردید [۶].

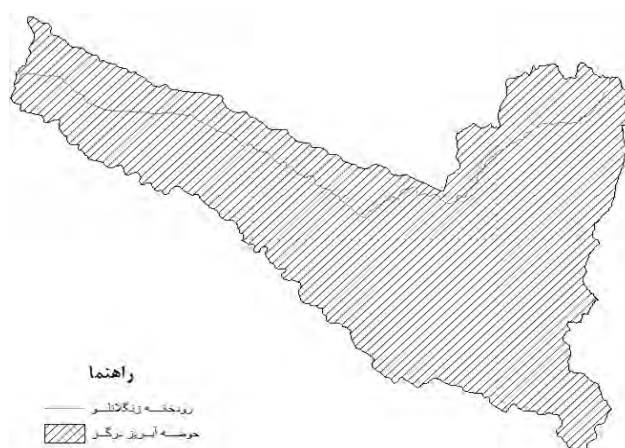
مواد و روشها

۱- مشخصات کلی رودخانه زنگلانو

زنگلانو رودخانه‌ای در حوضه آبریز قره قوم واقع در شرق ایران در حوضه شهرستان درگز قرار دارد. همچنین از رودخانه‌های مرزی ایران در محدوده کلات نادر می‌باشد که آبهای قسمتی از سرزمین ایران را جمع آوری و به خارج از کشور هدایت می‌کند. این رودخانه از دامنه‌های جنوبی رشته ارتفاعات الله اکبر واقع در جنوب درگز و ارتفاعات هزار مسجد (قله ۳۰۳۲ متری) سرچشمه می‌گیرد. یکی از سرشاخه‌های این رودخانه پس از عبور از روستای ریشخوار به سمت شمال غرب جریان می‌یابد. پس از تلاقی با شاخه‌ای به نام گرنی به سمت شمال تغییر مسیر داده و از میان دره‌های عمیق بین کوههای خرپشتی داغ و الله اکبر عبور نموده و روستاهای زنگلانو، دولت آباد و حاتم قلعه را مشروب نموده و در شمال روستای مذکور وارد خاک ترکمنستان می‌شود. بر اساس پروتکل امضا شده بین این دو کشور سهم آب ایران و ترکمنستان از رودخانه زنگلانو به ترتیب ۲/۵ و ۳/۵ می‌باشد. طول این رودخانه ۷۵ کیلومتر بوده و حوضه آبریز آن کوهستانی، مرتفع و برفگیر می‌باشد و دارای جریان دائمی بوده و آبدهی آن نسبتاً زیاد است. رژیم آن برفی بارانی و نام های دیگر آن زنگلانو و رودبار سو می‌باشد. از شاخه‌های بزرگ و مهم آن می‌توان تیرگان سو و گرنی (سنگرسو) را نام برد. تیرگان سو از شاخه‌های کم آب رودخانه زنگلانو بوده و در جنوب شرقی شهرستان درگز قرار دارد. از دامنه‌های شمال کوههای ۲۵۱۰ متری خرپشتی داغ واقع در ۳۲ کیلومتری جنوب شرقی درگز سرچشمه می‌گیرد و در جهت شمال شرق، از میان ارتفاعات دره شمالی جریان می‌یابد. از روستای تیرگان گذشته و در روستای شمسی خانه قلعه به رودخانه زنگلانو می‌ریزد آب این شاخه فصلی می‌باشد. گرنی یا سنگرسو سرشاخه اصلی و سرچشمه رودخانه زنگلانو می‌باشد که در بخش جنوبی شهرستان درگز واقع شده از دامنه‌های جنوبی رشته ارتفاعات الله اکبر واقع در ۴۰ کیلومتری جنوب درگز سرچشمه می‌گیرد. در مجاورت جاده قدیم قوچان به درگز به سمت جنوب شرقی جریان می‌یابد و در مسیر روستاهای کلاته رسول، خادمانلو، گپی و کپکان را مشروب نموده و سپس از سمت راست، شاخه‌ای فرعی به آن می‌ریزد. از روستای دهشت گذشته و در ابتدای دره واقع بین کوههای الله اکبر و خرپشتی وارد رودخانه زنگلانو (قوزقانچای) می‌شود. این شاخه در منطقه‌ای مرتفع، کوهستانی و برفگیر واقع است به همین سبب رودخانه دارای رژیم برفی، بارانی بوده و یکی از شاخه‌های مهم تامین کننده آب رودخانه زنگلانو (قوزقانچای) می‌باشد. برای این تحقیق از اطلاعات ایستگاه حاتم قلعه استفاده می‌کنیم.



شکل ۱: موقعیت حوزه آبریز قره قوم



شکل ۲- موقعیت رودخانه زنگلانلو در حوزه آبریز

۲- تعیین دبی رودخانه

دبی متوسط روزانه (یا متوسط ماهانه) را به عنوان یک واحد مستقل و تصادفی نمی توان تلقی کرد زیرا ارتباط نزدیکی با جریان در روزهای قبل (یا ماههای قبل) دارد. در این تحقیق از داده های ۳۰ سال آماری که به شرح جدول ۱ است برای رودخانه زنگلانلو استفاده شده است. برای ترسیم منحنی معمولاً از توزیع پیرسون نوع سه (pearson type III) استفاده می شود (جدول ۲) که با استفاده از نرم افزار SMADA این کار انجام شد. خروجی نرم افزار نموداری است که با توزیع پیرسون نوع III برازش داده شده است (شکل ۳) [۳]. شکل ۴ نیز با توجه به اعداد جدول ۲ ترسیم شد. در این صورت با توجه به این که متوسط دبی سالیانه تقریباً ۲ متر مکعب بر ثانیه می باشد، می توان از روی شکل (۴) به این نتیجه رسید



احتمال وقوع دبی ۲ متر مکعب بر ثانیه در این رودخانه تقریباً ۳۰ درصد است و می‌توان گفت دبی رودخانه با دوره بازگشت ۲۰ سال برابر ۱/۱ متر مکعب بر ثانیه می‌باشد.

جدول ۱: دبی متوسط ماهانه رودخانه زنگلانلو (ایستگاه حاتم قلعه) برای ۳۰ سال آماری

شهریور	مرداد	تیر	خرداد	اردیبهشت	فروردین	اسفند	بهمن	دی	آذر	آبان	مهر	سال آبی
1.292	1.783	2.638	4.025	11.470	3.729	1.630	1.356	1.547	1.778	2.005	1.745	60-61
1.402	1.305	2.156	2.989	3.051	3.072	1.742	1.479	1.764	1.846	1.941	2.004	61-62
2.159	1.136	0.899	1.842	3.552	1.957	1.530	1.310	1.538	1.760	2.215	2.919	62-63
0.739	0.860	1.040	1.433	2.441	1.916	1.607	1.550	1.823	2.531	2.421	2.059	63-64
0.949	0.889	0.719	1.106	1.443	2.409	1.887	1.572	1.446	1.718	1.405	1.089	64-65
0.828	0.869	0.682	0.958	2.502	1.439	1.586	1.559	1.467	1.431	1.314	1.210	65-66
0.791	1.021	0.819	1.619	2.748	3.021	1.598	1.164	1.312	1.555	1.057	0.877	66-67
0.806	0.360	0.350	0.757	0.684	1.267	1.713	1.752	1.871	1.810	1.485	1.498	67-68
0.786	0.707	0.919	1.062	3.464	3.348	1.806	1.693	1.554	1.644	1.315	0.893	68-69
0.698	0.668	0.946	2.254	2.783	2.826	1.514	1.490	1.258	1.361	1.173	0.728	69-70
1.808	2.034	3.040	11.977	8.783	2.921	2.183	1.713	1.780	1.716	1.338	1.132	70-71
1.757	2.430	1.605	6.792	7.705	3.103	2.863	2.290	2.417	2.626	2.413	2.128	71-72
0.923	0.705	0.681	0.974	2.109	2.430	1.952	1.989	2.105	2.400	2.122	1.909	72-73
0.714	0.626	0.782	0.716	1.279	1.557	1.931	2.024	1.989	1.965	1.896	1.307	73-74
0.611	0.783	1.040	4.727	1.263	1.922	1.602	1.252	1.090	1.239	1.500	1.288	74-75
0.888	1.027	1.075	3.525	7.621	1.809	1.134	1.128	1.216	1.353	1.388	2.596	75-76
1.813	1.874	1.669	2.796	11.520	5.117	2.359	2.470	1.619	1.643	2.344	1.289	76-77
1.501	1.111	1.356	1.413	2.839	2.846	2.874	1.986	2.145	1.712	2.266	1.952	77-78
0.446	1.049	0.422	0.831	0.678	1.437	1.495	1.595	2.051	2.447	2.170	1.266	78-79
2.724	0.121	0.108	0.234	0.474	0.915	1.019	1.235	1.198	1.274	1.212	1.078	79-80
0.625	0.670	0.359	0.745	4.977	1.315	0.583	0.923	1.182	0.821	0.917	0.495	80-81
1.190	1.348	1.606	4.852	6.123	4.158	1.445	1.133	1.330	1.533	1.623	0.923	81-82
1.080	2.406	2.411	1.331	4.082	2.589	1.469	2.098	1.696	1.979	1.791	0.856	82-83
0.994	1.793	1.267	2.639	4.900	5.319	4.229	1.858	1.757	1.713	1.660	1.234	83-84
0.741	0.582	1.811	0.956	0.615	1.105	1.326	2.458	1.775	1.903	2.249	1.526	84-85
1.720	1.046	1.358	3.184	4.315	8.802	2.212	1.226	1.529	1.562	2.348	0.893	85-86
0.146	0.112	0.162	0.711	0.355	0.545	1.209	1.454	1.596	1.769	1.619	1.271	86-87
0.937	0.609	1.052	1.835	4.521	4.026	0.791	0.883	1.082	0.875	0.867	0.505	87-88
0.583	0.488	0.856	2.069	2.032	1.231	0.828	0.923	1.011	1.281	1.278	1.915	88-89
0.615	0.152	0.358	1.162	2.590	1.398	1.271	0.829	0.835	1.175	1.129	1.046	89-90
0.992	1.035	1.647	3.165	11.792	3.143	1.706	1.623	1.591	3.934	2.358	0.788	90-91



انجمن منابع و مهندسی منابع آب
Iranian Water Resources Association (IWRA)



پردیس ملی و مهندسی
شهرید عباسپور



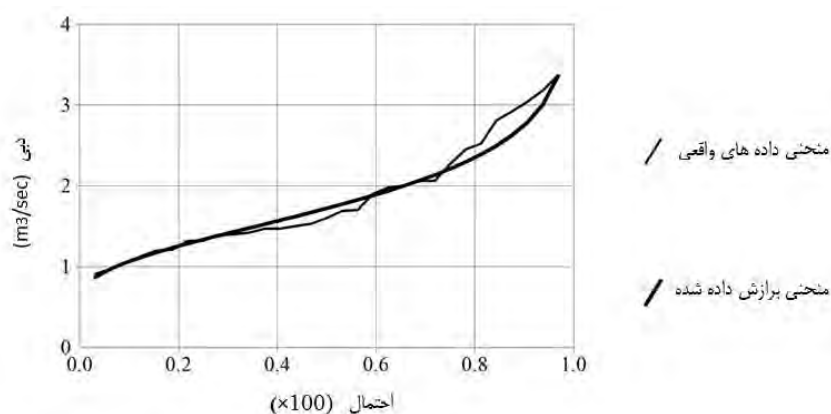
پنجمین کنفرانس
مدیریت منابع آب ایران

5th National Conference on Water Resources Management

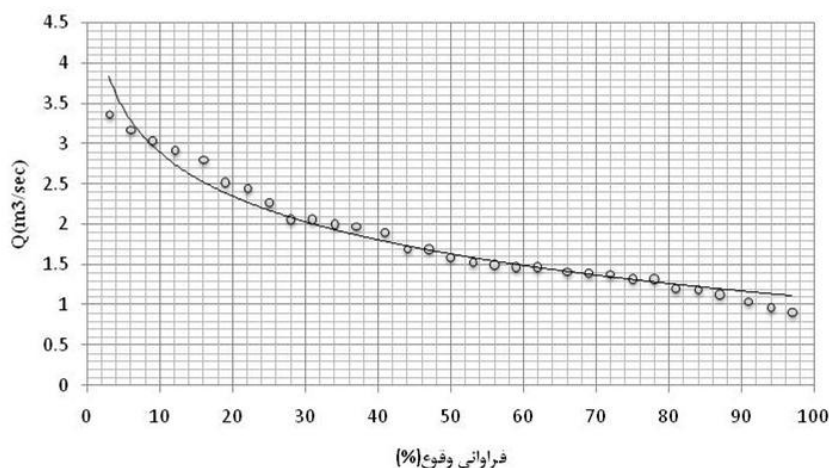


جدول ۲- جدول خروجی از نرم افزار SMADA

احتمال و بیول	دبی متوسط سالانه (m ³ /s)	انحراف از معیار فراوانی وقوع	
0.03	0.91	0.87	0.1949
0.06	0.97	0.97	0.1391
0.09	1.05	1.05	0.1135
0.13	1.13	1.12	0.1022
0.16	1.2	1.18	0.0989
0.19	1.21	1.23	0.1001
0.22	1.32	1.28	0.1036
0.25	1.32	1.33	0.1083
0.28	1.39	1.38	0.1134
0.31	1.4	1.43	0.1185
0.34	1.42	1.48	0.1234
0.38	1.47	1.53	0.1281
0.41	1.47	1.57	0.1324
0.44	1.5	1.62	0.1364
0.47	1.53	1.67	0.1401
0.5	1.6	1.72	0.1435
0.53	1.69	1.77	0.1467
0.56	1.7	1.82	0.1496
0.59	1.9	1.88	0.1524
0.63	1.98	1.94	0.1552
0.66	2	2	0.1581
0.69	2.06	2.06	0.1614
0.72	2.06	2.13	0.1652
0.75	2.27	2.21	0.1702
0.78	2.45	2.29	0.1768
0.81	2.52	2.39	0.186
0.84	2.81	2.5	0.1995
0.88	2.92	2.62	0.2199



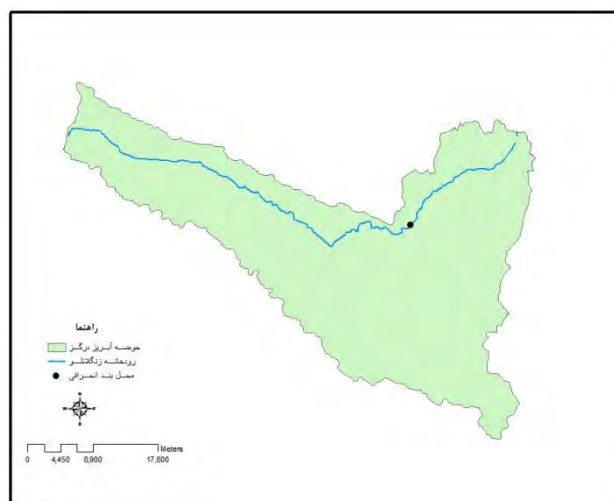
شکل ۳- منحنی احتمال



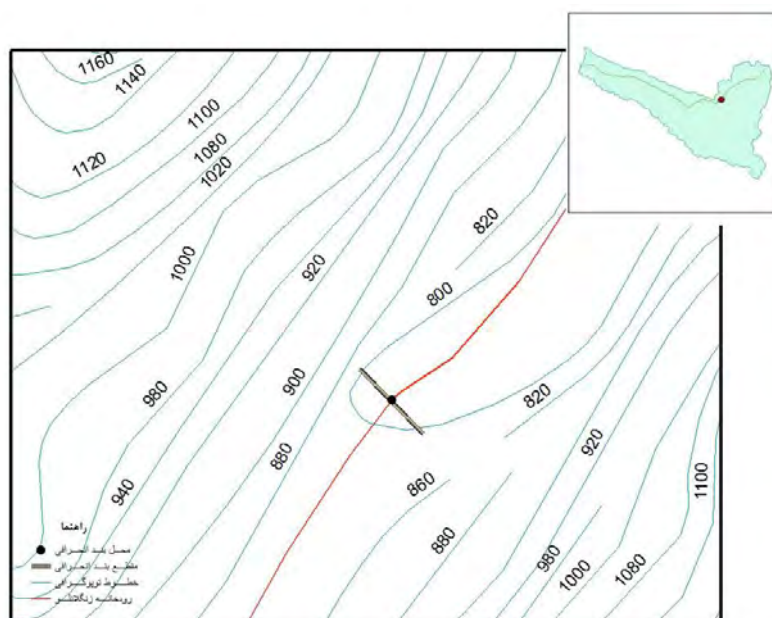
شکل ۴- منحنی کلاسه جریان

۳- انتخاب نقاط مناسب برای احداث نیروگاه برق آبی کوچک از روی نقشه توپوگرافی

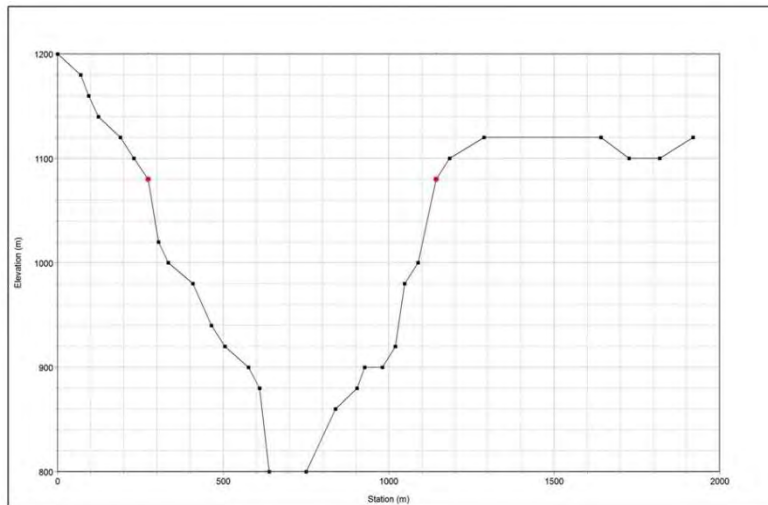
با توجه به نقشه توپوگرافی محل می توان مکان هایی که پتانسیل ساخت نیروگاههای برقابی کوچک را دارند، تشخیص داد. به طور کلی می توان گفت محلی که بتواند بیشترین هد (اختلاف ارتفاع) را برای به حرکت درآوردن توربین ایجاد کند، بهترین منطقه است. با توجه به این موضوع مکان مورد نظر در شکل (۵) و (۶) مشخص گردید. شکل ۷ نیز مقطع عرضی رودخانه را در محل احداث بند نمایش می دهد.



شکل ۵- محل انتخاب شده برای احداث بند انحرافی



شکل ۶- محل انتخاب شده برای احداث بند انحرافی با توجه به خطوط تراز



شکل ۲- مقطع عرضی رودخانه در محل انتخاب شده برای احداث بند انحرافی

از آنجایی که سد در نظر گرفته شده از نوع سدهای کوچک می باشد، ارتفاع در نظر گرفته شده باید کمتر از ۱۵ متر باشد [۷] و [۸]. اگر ارتفاع را ۱۰ متر در نظر بگیریم، در این صورت حجم آورد رودخانه در طول روز برابر است با:

۴- برآورد توان تولیدی

با انتقال آب از محل بند به وسیله تونل به طول ۱٫۴ کیلومتر می توان هد ۲۰ متر برای به حرکت در آوردن توربین ایجاد کرد. تجربه نشان می دهد که چنانچه ۱ کیلومتر کانال، بتواند حداقل ۱۰-۱۵ متر اختلاف ارتفاع برای نیروگاه تولید نماید، این نوع طرح های انحراف آب از رودخانه به طور کلی از نظر اقتصادی مناسب است [۳].

با توجه به جداول راهنما [۹] اگر توربین فرانسسیس (مارپیچی) برای این منظور انتخاب گردد راندمان این توربین ها معمولاً ۹۰ درصد است، می توان توان نیروگاه را محاسبه نمود:

$$P = \rho$$

جمع بندی و نتیجه گیری

خراسان رضوی استانی است خشک که دارای رودخانه های فصلی و دائمی بسیاری است. رودخانه زنگلانلو رودخانه ای دائمی است که دبی متوسط آن ۲ متر مکعب بر ثانیه می باشد. بطور کلی دو عامل دبی و ارتفاع در احداث نیروگاههای برق آبی مهم است که باتوجه به تحقیقات انجام شده در این منطقه توان تولیدی نیروگاه به نسبت کم خواهد بود و در رده نیروگاههای کوچک قرار خواهد گرفت و دلیل اصلی آن کم بودن دبی رودخانه می باشد. البته این رودخانه در فصولی از قیل اردیبهشت که اغلب دبی رودخانه به نسبت زیاد است، می تواند به تولید ۱ مگا وات برق بیانجامد. از آنجایی که



احداث نیروگاه در این منطقه از لحاظ هزینه های اجرایی و هزینه هایی که از تولید برق بدست خواهد آمد مقرون به صرفه نخواهد بود، توصیه می شود که اغلب این نیروگاهها در مناطقی احداث گردند که دبی رودخانه بیشتر از ۴ متر مکعب بر ثانیه می باشد.

مراجع

- [۱] علی آبادی. ۱۳۸۶. انرژی برق آبی. فصلنامه اقتصاد و انرژی. شماره ۹۴ و ۹۵.
- [2] <http://Spowpowerplant.blogfa.com>
- [۳] شمسایی، الف. ۱۳۸۳. نیروگاه های برق آبی. موسسه انتشارات علمی تهران.
- [۴] نیکو، ت.، علی محمدی، م. و رضایی، و. (۱۹۹۸). پتانسیل نیروگاه های برق آبی کوچک در استان خوزستان. سازمان آب و برق خوزستان. دهمین کنفرانس بین المللی برق.
- [۵] ترابی، ق.، خوش نواز، م.، صفری کارچانی، ع. و قدیمی، ع. الف. ۲۰۰۹. پتانسیل سنجی و شناسایی نقاط مستعد جهت نصب نیروگاه های آبی خیلی کوچک در استان لرستان. بیست و چهارمین کنفرانس بین المللی برق.
- [۶] هوسمی، پ. و دیان، بلال. ۱۳۹۲. بررسی اهمیت به کار گیری نیروگاه های برق آبی کوچک و اثرات زیست محیطی آن در استان گیلان (مطالعه مورد نیروگاه کلیور تالش). اولین همایش ملی انرژی های نو و پاک.
- [۷] نجمایی، م. ۱۳۷۶. سد و محیط زیست. انتشارات وزارت نیرو. کمیته ملی سدهای بزرگ ایران.
- [۸] نخجوانی، ف. ۱۳۵۳. مبارزه با فرسایش آبخیزها و کنترل خندق ها. انتشارات دانشگاه تهران.
- [9] http://w3.tm.tue.nl/fileadmin/tm/TDO/Indonesie/Hydro_Power.pdf