اصلاح توربين آبي Agnew جهت بكارگيري درپتانسيلهاي آبي ميكرو درايران

آذر انوري - يوسف ياسي

سازمان پژوهشهاي علمي و صنعتي ايران

چكيده

ازجمله منابع انرژي تجديدپذير نيروگاههاي آبي كوچك وميكرو است كه به دليل محدود بودن منابع سوختهاي فسيلي، بكارگيري آنها، روند رو به رشدي را طي نموده است. كاربرد اصلي توربين هاي آبي ميكرو عمدتاً به مناطق روستايي اختصاص داشته كه درآنها پتانسيلهاي آبي محدود وجود دارد. توربين ***Agnew*** *يكي از توربين هاي ميكرو جريان محوري است كه براي نخستين بار دراسكاتلند طراحي وساخته شده است .چون هزاران سايت طبيعي مناسب براي توربين هاي ميكرو درايران وجود دارد يك پروژه مشترك بين سازمان پژوهشهاي علمي وصنعتي ايران ودانشگاه گلاسكو انجام گرفته است تاعملكرد توربين* ***Agnew*** *بهبود يافته وبراي كاربرد درسايتهاي مختلف ايران آماده گردد. نتايج تست، اصلاحات اساسي را برروي عملكرد توربين نشان مي‌دهد كه دربهترين حالت ۲۳% افزايش راندمان مشاهده گرديده است. دراين مقاله توربين* ***Agnew*** *و تجهيزات تست آن معرفي شده و نتايج تست ارائه گرديده است .*

واژه‌هاي كليدي: *توربين آبي* ***Agnew***

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-25]

۱-مقدمه

استفاده از منابع انرژي تجديد پذير درسالهاي اخير روند روبه رشدي را طي نموده است. يكي از منابع تأمين انرژي سازگار با محيط زيست نيروگاههاي آبي است كه بنابه دلايل متعدد به سرعت جاي خود را درحيطه توليد انرژي الكتريكي باز نموده‌است. از جمله مهمترين اين دلايل محدود بودن منابع سوختهاي فسيلي وامكان افزايش ارزش آنها توسط صنايع تبديلي، عدم آلودگي محيط زيست ناشي از انتشار گازهاي آلاينده درمقايسه با نيروگاههاي با سوخت فسيلي و وجود پتانسيلهاي عظيم آبي مي باشد.باتوجه به وضعيت توپوگرافي كشور ايران وجود سلسله جبال زاگرس و البرز و كوههاي پراكنده ديگر از يك طرف و وجود رودخانه‌هاي بزرگ و كوچك با سرشاخه‌هاي متعدد از طرف ديگر، وضعيت مناسبي براي ايجاد نيروگاههاي كوچك آبي فراهم آمده است .باتوجه به مطالعات اوليه‌اي كه صورت گرفته است بيش از ۴۲۰۰ مگاوات پتانسيل بالقوه جهت ساخت نيروگاههاي آبي كوچك در كشور وجود دارد .پتانسيلهاي شناسايي شده تاكنون ۶۵۲/۵ مگاوات بوده است. هدف نهايي استحصال انرژي از كليه پتانسيل‌هاي آبي كوچك جرياني در كشور با احداث نيروگاههاي آبي كوچك تا سال ۱۴۰۰ است مزاياي نيروگاههاي آبي كوچك عبارتند از: پايان ناپذيري منبع تأمين انرژي، عدم آلوده سازي محيط ،توسعه مناطق روستايي، اشتغال‌زايي، انرژي توليدي ارزان قيمت ،عمر مفيد طولاني و راندمان بالا، سهولت ساخت و بهره‌برداري، كاهش تلفات انرژي شبكه‌هاي سراسري (افت ولتاژ وتوان در خطوط انتهايي شبكه درمناطق روستايي و دور دست باعث تحميل هزينه گزاف به توليد كننده مي‌شود.) پس از كاربرد موفقيت آميز توربين‌هاي آبي كوچك ،توجه بسياري از كشورها به سمت توربين‌هاي آبي ميكرو معطوف شده است. كاربرد اصلي اين توربين‌ها به مناطق روستايي اختصاص دارد كه پتانسيلهاي آبي محدود وجود دارد. اين توربين‌ها خصوصاً در مناطقي با هدكم و دبي‌هاي محدود نظير رودخانه‌ها ،سرشاخه‌هاي آنها و كانالها كاربرد دارد. اين توربين‌ها معمولاً طرح ساده، وزن سبك ،هزينه‌هاي ساخت كم داشته و نصب، تعمير و نگهداري آنها آسان است. درميان كشورهاي جهان، چين بيشترين استفاده را از توربين‌هاي آبي ميكرو نموده است. كشور چين با احداث ۸۶۰۰۰ واحد نيروگاه آبي كوچك در اين زمينه پيشرفت چشمگيري داشته است. باتوجه به گزارش وزارت نيرو حدود ۳۰۰۰ سايت طبيعي مناسب براي توربين‌هاي آبي ميكرو در سرتاسر كشور ما شناسايي شده است. نيروگاههاي ميكرو در روستاهاي دور افتاده كه امكان انتقال برق از طريق شبكه بسيار پرهزينه مي‌باشد احداث مي‌گردند. در ايران ۹ نيروگاه ميكرو دردست اجرا درسطح كشور وجود دارد.

۲- توربين **Agnew**

يكي از انواع توربين‌هاي جريان محوري ميكرو است كه براي نخستين بار در اسكاتلند طراحي و ساخته شده است. چون هزاران سايت طبيعي مناسب براي توربين‌هاي آبي ميكرو در ايران وجود دارد يك پروژه مشترك بين سازمان پژوهشهاي علمي و صنعتي ايران و دانشگاه گلاسكو انگلستان انجام گرفته است تا عملكرد توربين Agnew بهبود يافته و براي كاربرد درسايتهاي

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-25]

مختلف درايران آماده گردد. لذا پيشنهاد مي گردد كه از توربين مذكور در پتانسيلهاي آبي موجود و مناسب كشور استفاده گردد. توربين مذكور داراي runner چهارپره است كه قابليت تنظيم اين پره‌ها بين صفر درجه تا۳۰ درجه وجود دارد. همچنين اين توربين داراي ۳ پره هادي ثابت مي‌باشد كه اين پره‌ها نيز قابل تنظيم بين صفر درجه و ده درجه مي‌باشند اين توربين اساساً از نوع كاپلان مي باشد لكن به منظور كاهش افت جريان ورودي به دليل طي دوخم ۹۰ درجه در توربين كاپلان ،محور توربين ٤٥ درجه طراحي گرديده است.

۳-تجهيزات تست

به منظور تست توربين، تجهيزات تست طراحي شده و در پژوهشكده مكانيك سازمان پژوهشهاي علمي و صنعتي ايران ساخته شده است. ارتفاع و دبي جريان كه براي تست مورد نياز است با كاربرد شش پمپ و شيرهاي دروازه‌اي تأمين شده است. يك ديناموميتر براي اندازه‌گيري گشتاور توربين مورد استفاده قرار گرفته است.

همچنين يك تاكومتر براي اندازه‌گيري سرعت زاويه‌اي به ديناموميتر وصل شده است. دبي جريان بوسيله يك صفحه اوريفيس اندازه گيري مي‌شود. سنسورهاي فشار الكترونيكي در موقعيت صفحه اوريفيس، ورودي توربين و ورودي لوله مكش (draft) نصب شده است تا فشار اين نقاط را اندازه گيري نمايد. تمام اين قرائتها به صورت ديجيتالي برروي يك صفحه الكترونيكي نشان داده مي شود.

شكل (۱) نماي شماتيك اين توربين را نشان مي‌دهد. در ابتدا اين توربين براي عملكرد بدون پره‌هاي راهنما طراحي شده است. شافت اصلي كه در قاب اصلي مي چرخد، ٤٥ درجه با محور افقي زاويه داشته و بوسيله ۳ بلبرينگ خارج از قاب نگه داشته مي‌شود. مكانيزم تغيير زاويه پره‌ها داخل هاب (hub) تعبيه شده و به انتهاي خارجي شافت اصلي از طريق يك شافت مستقيم متصل شده است. تغيير زاويه حمله عملكرد توربين را تحت تأثير قرار مي‌دهد. بنابراين تستهاي اوليه براي دهانه‌هاي مختلف تيغه‌هاي چرخان ،شامل زاويه‌هاي ۳۰،۱۵،۰ درجه انجام شده است.

توربين مذكور به منظور افزايش بازدهي و گسترش دامنه عملكرد در پژوهشكده مكانيك سازمان پژوهشهاي علمي و صنعتي ايران نمونه‌سازي و در نهايت با ايجاد پاره‌اي تغييرات بهينه‌سازي گرديد. برنامه بهينه‌سازي توربين سه دامنه اصلي را دربرگرفته كه شامل: طراحي و نصب پره‌هاي راهنما، اصلاح طراحي پره‌هاي چرخان و بهبود لـوله مكش (draft) است. عمليات مربوط به تست عملكردي توربين در محل آزمايشگاه توربين‌هاي آبي پژوهشكده مكانيك صورت گرفت.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-25]

٤- تست توربين

به منظور اينكه مبناي منطقي براي مقايسه داشته باشيم، توربين به صورت طرح اوليه بدون هيچ اصلاحي ،تحت شرايط مختلف هد و دبي براي هدهاي زير ۱۰متر تست شد. سپس توربين به صورت ذكرشده اصلاح شده و تستها تحت همين شرايط تكرار شد.

براي اينكه طيف وسيعتري از نتايج بدست آيد، تنظيم پره‌هاي چرخان و پره‌هاي راهنما تغيير داده شد. بنابراين تستها براي دهانه ۳۰،۱۵ درجه پره‌هاي چرخان انجام شده است. همچنين براي هر بازشدن دهانه پره‌هاي چرخان ،پره‌هاي هادي بين ۱۰وصفر درجه تغييرمي‌كند. بنابراين در مجموع ٦حالت مختلف پره‌ها بدست مي‌آيد كه عبارتنداز: پره‌هاي باز (پره‌هاي چرخان۳۰)، پره‌هاي نيمه باز (پره‌هاي چرخان۱۵)، پره‌هاي پاز با پره‌هاي راهنماي صفحه دوم (پره‌هاي راهنما در امتداد مسير جريان)، پره‌هاي باز با پره‌هاي هادي ۱۰ درجه (پره‌هاي هادي۱۰ درجه به سمت پوسته دوران كند)، پره‌هاي چرخان نيمه باز با پره‌هاي هادي صفر درجه و پره‌هاي چرخان نيمه‌باز با پره‌هاي هادي ۱۰ درجه.

۵-نتايج

قرائتهاي انجام شده از تستهاي فوق، پردازش شده و به شكل منحني‌هاي مشخصه استاندارد براي توربين‌هاي آبي ارائه مي‌گردد. اين منحني‌ها اساساً هد ثابت، سرعت ثابت و راندمان ثابت دارند. اغلب منحني‌هاي مقايسه‌اي از تنظيمات پره‌اي مختلف همزمان با منحني‌هاي تعيين نقطه عملكرد توربين رسم گرديدند.

اين نتايج اصلاح اساسي عملكرد توربين را بعد از نصب مكانيزم پره‌هاي راهنما نشان مي‌دهد. بهترين عملكرد مربوط به وضعيت پره‌هاي چرخان نيمه باز قبل از اصلاح و پره‌هاي چرخان نيمه‌باز و پره‌هاي هادي در وضعيت صفر درجه بعد از اصلاح مي‌باشد. منحني‌هاي مقايسه‌اي اين وضعيت نيز رسم شده است. مطالعه نتايج نشان مي‌دهد كه بيشترين راندمان بدست آمده بوسيله توربين قبل از اصلاح ٦۳% با وضعيت پره‌هاي چرخان نيمه باز بوده است.

بيشترين راندمان توربين بعد از اصلاح براي پره‌هاي چرخان نيمه باز و پره‌هاي هادي صفر درجه، ۸۵% بوده است. اغلب مطالعه "نقاط عملكرد" شرايط مختلف نشان مي‌دهد كه بهترين نقاط به شرايط فوق مربوط مي‌شوند.

قبل از اصلاح اين نقاط توان خروجي ۳۱۵۰w نرخ جريان ٦5lit/s و راندمان ٤۹ درصد را نشان مي‌دهد. بعد از اصلاح نقطه عملكرد در راندمان ۷۸% و توان خروجي ٤٦۰۰ وات ودبي ٥٦/٥Lit/s است.

براي همين وضعيت تنظيم پره‌ها، منحني‌هاي راندمان ثابت نشان مي‌دهد كه قبل از اصلاح براي راندمان ٦۱ درصد براي دامنه سرعت ٦۰۰ r.p.m تا ۱۸۵۰ r.p.m طيف توان توليدي بين۷۰۰ w تا ۳۸۰۰w است. بعد از اصلاح توربين در بهترين طيف عملكرد با راندمان ۸۱% و توان توليد شده بين۱۰۰۰ w و ٤٦۰۰w براي رنج سرعت ۸۰۰r.p.m تا ۱۷۰۰r.p.m است.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-25]

شكل ۲تا ۵ منحني‌هاي مشخصه توربين را برحسب سرعت واحد نشان مي‌دهد. درشكل ٦ منحني هاي توان برحسب راندمان در سرعتهاي ثابت ۵۰۰،۱۰۰۰،۱۳۰۰، r.p.m رسم شده است. شكل ۷ نمودار مشخص كننده نقطه عملكرد توربين را ارائه مي‌كند. شكل ۸ منحني توان برحسب سرعت را براي راندمانهاي ثابت نشان مي‌دهد.

٦- نتيجه گيري

توربين Agnew بدون پره‌هاي راهنما فقط به راندمان ٦۳% مي‌رسد. با نصب مكانيزم پره‌هاي راهنما نه فقط راندمان به مقدار ۸۵% افزايش مي‌يابد بلكه شرايط كاري توربين نيز پايدارتر مي‌گردد. همچنين به دليل دسترسي به راندمانهاي بالاتر، عملكرد توربين در بارهاي جزئي (part loads) امكانپذير مي گردد. در ادامه اين پروژه فعاليت آينده در جهت افزايش بيشتر راندمان نيز مي تواند صورت گيرد.

منابع

1- Hangzhou regional center-small hydro turbine in China: International water power and dam Construction- vol. 45-no,2-1993.

2- P.W.Agnew-The devlopment of a range of small water turbines-Glasgow university-Department of mechanical engineering-1982.

3- P.W. Agnew- Building of small hydro –turbine Glasgow university-1992.

4- Y.Yassi studies on improvement on Agnew Micro hydro turbine-Glasgow university-1995 .

5- Electric power industry in Iran-Ministry of power-Energy and power division-1982.

6- M.H.Shojaeefard, Y.Yassi. An Experimental study on low Head Micro Hydro Turbine. Third International Mech. Eng. conference ISME 98.

[Downloaded from necjournals.ir on 2026-11-25]