

नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको अनुकूलन

Adaptation to Climate Change in Hydroelectricity Sector in Nepal

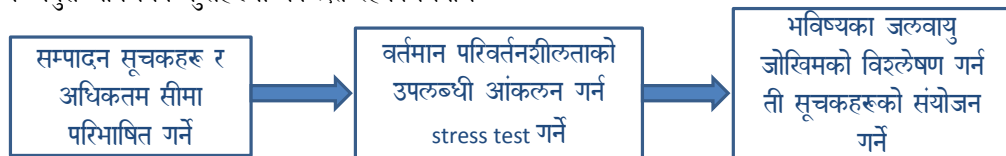
“नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको अनुकूलन” भन्ने अध्ययन जलवायु तथा विकास ज्ञान सञ्जाल (CDKN) को आर्थिक सहयोग र नेपाल सरकारको अनुरोधमा गरिएको हो । यो अनुसन्धान नेपाल विकास अनुसन्धान प्रतिष्ठान (NDRI) को नेतृत्व तथा प्राविटकल एक्सन कन्सल्टीङ्ग (PAC) नेपाल र ग्लोबल क्लाइमेट एडाप्टेसन पार्टनरसिप (GCAP) को सहकार्यमा सम्पन्न भएको हो ।

यस अनुसन्धानका उद्देश्य निम्न अनुसारका थिए :

- जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको सङ्कटासन्नताको ठोस प्रमाण विकास गर्ने
 - समानुकूलन अभिवृद्धि गर्ने अनुकूलनका विकल्पहरू ठम्याउने
 - सम्बन्धित क्षेत्रका अनुकूलनका मुलधार बुझेर तिनलाई सम्बोधन गर्ने
 - नीति निर्माता तथा निजी क्षेत्रका अनुकूलन क्षमता अभिवृद्धि गर्ने
- यो नीति संक्षेप नै यस अध्ययनका निष्कर्ष हुन् ।

विद्यमान जलवायु परिवर्तनशीलता (Vulnerability) नै नेपालको जलविद्युत क्षेत्रको प्रमुख चुनौती हो

नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको असर आंकलन गर्न यहाँको जटिल जलवायु, जलसम्पदाको स्थिति, भौगोलिक स्थिति र भौगोलिक अवस्थाले चुनौती पूर्ण बनाएको छ । यिनै कुरालाई सम्बोधन गर्न यस अध्ययनले जलवायु जोखिम मूल्याङ्कन (Climate Risk Assessment 'CRA') को उध्वर्गामी 'bottom-up' नीति प्रयोग गरेको छ । सरोकारवालाहरूसँगको परामर्शका आधारमा यस अध्ययनले सम्पादन सूचकहरू (Performance Indicators) को पहिचान गरेको छ । यसमा कुल ऊर्जा उत्पादन र हिउँद यामको उत्पादन, बाढी, भौगर्भिक विपत्ति र मृत्तिकाको अधिकतम सीमा (Sediment thresholds) र आर्थिक उपलब्धिहरू पर्दछन् । अनुसन्धान यिनै कुराहरूमा केन्द्रित रहेको थियो ।



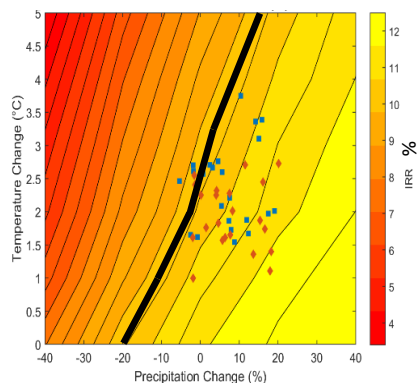
यस अध्ययनले कसरी विद्यमान जलवायु र जलीय परिवर्तनशीलताले अहिलेको उपलब्धिमा असर गरेको छ र भविष्यमा जलवायुका परिवर्तनले कस्तो असर ल्याउला भन्ने अध्ययन गरेको छ । मौसमी तथा वर्षा वर्षको परिवर्तनशीलताले गर्दा नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा पहिल्यै देखि असर गरिसकेको छ भन्ने यो अध्ययनको एउटा प्रमुख निष्कर्ष हो । यसले वर्तमान परियोजना सञ्चालकहरूलाई र अर्थतन्त्रलाई नै ज्यादै ठूलो व्ययभार पर्छ ।

तर यस अध्ययनले के देखाएको छ भने उल्लिखित प्रभावहरू जलाधार क्षेत्रको धरातल र क्षेत्रफल, भौगोलिक र भौगर्भिक स्थिति र परियोजनाको प्रकारमा भर पर्छ । वर्षाको पानीमा आधारित साना जलाधार क्षेत्रमा यो परिवर्तनशीलता उच्च हुन्छ । जलाशययुक्त परियोजनामा भन्दा बगुवा खोलामा चल्ने (Run-off-river) परियोजनामा संकटासन्नता उच्च पाईएको छ । यस्ता परियोजनामा उच्च पानीको प्रवाह, बगाएर ल्याएको बालुवा र माटोको मात्रा र हिमनदी विस्फोट (Glacial Lake Outburst Floods (GLOF)) को जोखिम पनि व्यापक परिवर्तनशील पाईएको छ ।

जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको असर अनिश्चित छ

नेपालमा जलवायुविक (hydro-meteorological) तथा मृत्तिका (Sediment) सम्बन्धि दीर्घकालिन विश्वसनीय तथ्यांकको अभावले गर्दा जलवैज्ञानिक विश्लेषण तथा मोडलिङ्ग कार्य गर्न गाह्रो छ । वर्तमान जोखिम र भविष्यको जलवायु परिवर्तन बुझ्नलाई मुख्य बाधा र सीमा नै यही देखिन्छ ।

जलवायु मोडेल (Climate model) को प्रक्षेपण अनुसार मध्य शताब्दीसम्ममा १.२°C देखि ५.२°C सम्म तापक्रम बढ्ने देखिएको छ । औसत वृद्धि २°C र २.६°C / RCP ४.५ र ८.५) । यी मोडेलहरूले सामान्यतः मनसुन वर्षा र भारी वर्षाका घटनाहरू पनि वृद्धि हुने देखाएका छन् यद्यपि त्यसमा ठूलो फरक देखिन्छ । त्यसको विपरित, हिउँदको झरीको चाँहीँ केही टुङ्गो छैन । उदाहरणका लागि प्रक्षेपित परिवर्तन - ४०% देखि +६६% (RCP ४.५) छ ।



जलवायु जोखिम मूल्याङ्कन विधिले अनिश्चितता ठाउँ देखाएको छ । यसले बढ्दो तापक्रम र मौसमी वर्षाको परिवर्तन तथा हिमपात, हिम गलन, वाष्पीकरण र त्यसबाट बच्ने पानीको मात्राले उपलब्धीका सूचकहरूलाई कसरी प्रभावित पार्छ भन्ने कुराको ठाउँ जाँच गर्‍यो । यो विश्लेषणमा वर्तमान र भविष्यका ९० वटा (५ मेगावाट भन्दा माथिका) परियोजनाहरू छन् जसमा २० वटा चालु, ३० वटा सम्झौता भएका र ४० वटा आसन्न परियोजना पर्दछन् र यी मध्ये २१ वटा जलाशययुक्त र बाँकी बगुवा पानीका छन् ।

सञ्चालनमा रहेका र योजनामा रहेका परियोजनाहरू भविष्यमा हुनसक्ने आवश्यकता तथा परिवर्तनशीलतालाई ध्यानमा नराखी वर्तमान परिस्थिति (मूल्यस्थिति, बजार र नियम विनियमका स्थिति) मा आधारित छन् । उदाहरणको लागि ६० प्रतिशत भन्दा धेरै बगुवा पानीका परियोजनाहरू ४० प्रतिशत अथवा सो भन्दा कम प्रवाहमा भर पर्छन् जुन अहिलेको परिस्थिति तथा मूल्य निर्धारणको लागि मात्र उपयुक्त हुन्छ । जलाशययुक्त परियोजनाको खण्डमा ५० प्रतिशत योजनाहरूको जल भण्डार गर्ने क्षमता २५ प्रतिशत मनसुन बहाव भन्दा कम छ भने ४५ प्रतिशत योजनाहरूले मात्र सुक्खा याममा ३० प्रतिशत भन्दा बढी उत्पादन गर्दछन् ।

बढ्दो जलवायु प्रकोप नै जलवायु परिवर्तनको सबैभन्दा ठूलो प्रभाव हो

जलवायु परिवर्तनले गर्दा साना बगुवा पानीका परियोजनाहरू बढी प्रभावित हुँदा रहेछन् किनभने यिनीहरू परिवर्तनशील प्रवाहबाट सबैभन्दा धेरै प्रभावित हुने रहेछन् भन्ने यस अध्ययनको पहिलो प्राप्ति हो ।



तापक्रम बढ्नाले हिउँको जलवैज्ञानिक स्थिति र हिमनदीको गलन प्रभावित हुने हुनाले हिमरेखा मास्टरका परियोजनाहरू (यस अध्ययनमा त्यस्ता परियोजना ४४ प्रतिशत छन्) बढी प्रभावित हुन सक्छन् तर हाम्रो अध्ययनमा त्यसले ऊर्जा उत्पादनमा भने खासै प्रभाव देखाएन । तलका जलाधार क्षेत्रको खण्डमा बढ्दो तापमानले गर्दा वाष्पिकरण बढी हुन्छ र परिणाम स्वरूप हिउँदको प्रवाह घट्न जान्छ ।

वर्षाको परिवर्तनशीलताले वर्षामा भर पर्ने जलाधार क्षेत्रहरूमा बढी प्रभाव पार्दछ । झरीको पानीमा भर पर्ने कम बहावका साना बगुवा पानीका परियोजना धेरै प्रभावित हुन्छन् किनभने तिनीहरूमा पानीको प्रवाहको परिवर्तनशीलता धेरै हुन्छ । धेरै पानी भण्डार गर्न सक्ने जलाशययुक्त परियोजनाहरूले जल प्रवाहको परिवर्तनशीलतालाई राम्रो व्यवस्थापन गर्न सक्छ, त्यसैले तिनीहरू भविष्यका जलवायु परिवर्तनबाट त्यति धेरै प्रभावित हुँदैनन् ।

बढ्दो जलवायु प्रकोप, मृत्तिकाको मात्रा, उच्चतम बाढी तथा भौगर्भिक विपत्ति र हिमताल विस्फोटन लगायत जलवायु परिवर्तनका महत्वपूर्ण अतिरिक्त जोखिम हुन् भन्ने अध्ययनको दोस्रो प्राप्ति हो ।

नेपालमा मृत्तिका भार अक्सर उच्च नै हुन्छ जसले गर्दा टर्बाइन (turbine) खिड्ने त्यसको आयु घट्ने र मर्मतको लागत बढ्ने गर्छ । जलवायु परिवर्तनले मृत्तिका भार र यसको प्रभाव बढाउन सक्छ । यस अध्ययनको विश्लेषणले सम्भावित जलवायु परिवर्तनद्वारा ६ देखि १२ प्रतिशत सम्म ऊर्जा हानि हुने देखाएको छ । अर्को महत्वपूर्ण जोखिम हिमताल विस्फोटन सहितको भौगर्भिक विपत्ति हो । हिमतालबाट ५० देखि १०० किमि तल अवस्थित जलविद्युत परियोजनाहरू चाँहीँ प्रचलित Design Flood को तुलनामा कम जोखिममा देखिन्छन् तर मृत्तिका र गेगर (sediment and debris) ले असर भने गर्छ ।

अन्त्यमा, मनसुनको उच्च प्रवाहले उच्चतम प्रवाह र बाढीको जोखिमलाई बढाएर क्षति पुर्याउने र आयु घटाउने सम्भावना देखिन्छ । जलवायु परिवर्तनले हुने सम्भावित उच्च प्रवाह नै भविष्यका विशेष गरी बगुवा पानीका साना परियोजनाका डिजाइनलाई प्रभावित गर्ने एउटा तत्व हो, किनभने ति परियोजनाहरू हाल कम बाढी थाम्ने स्तरका मात्रै छन् ।

अन्य कारकको तुलनामा जलवायु परिवर्तनका असरहरू सामान्य छन्

जलवायु जोखिम मूल्याङ्कनको अन्तिम निष्कर्ष के थियो भने नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तन सधैं महत्वपूर्ण छ तर ऊर्जा क्षेत्रका अन्य समस्या तथा अनिश्चितताले यो मुद्दालाई उछिनेका छन् ।

हालका परियोजनाहरूका लागि वर्तमान जलवायु परिवर्तनशीलता, संस्थागत तथा नियम विनियमका कानुनी कुरा र मूल्य निर्धारणका कुरा बढी महत्वपूर्ण छन् ।

अर्को दशकमा बन्ने परियोजनाहरूका लागि पनि जलवायु परिवर्तनको असर चाहीं सामान्य नै रहन्छ । बरू अरू कारकहरू जस्तै महसुल दर अथवा छुट दर र प्रतिफलको दर जस्ता कारकहरू चाहीं बढी महत्वपूर्ण हुन्छन् ।

सन २०३० र त्यस पछिका योजनाहरूका लागि चाहीं जलवायु परिवर्तन झन धेरै महत्वपूर्ण हुनेछ तर ती परियोजनाको डिजाइन अहिले नै टुङ्गो लगाई सक्नु पर्ने भने छैन । यस्ता निर्णय गर्नुभन्दा पहिले अध्ययन गर्ने ठाउँ छ ।

अनुकूलनका उपायहरूले जलविद्युत क्षेत्रका अनुकूलनका चुनौतीहरू पनि सम्बोधन गर्न सकिन्छ

जलवायु जोखिम मूल्याङ्कन बिधिबाट आएको निष्कर्षहरू पछि यस अध्ययनको अर्को कदम अनुकूलनका वर्तमान र भविष्यका जोखिमहरू न्युन गर्ने विकल्पहरू ठम्याई त्यसको आंकलन गर्नु थियो । नेपालको जलविद्युत क्षेत्रका लागि जलवायु परिवर्तनका चुनौतीहरू फर्त्ते गर्दै नसकिने खालका छैनन् । ति चुनौतीहरूका प्राविधिक विकल्पहरू पनि छन् ।

तर त्यसभन्दा अघ्टयारो कुरो चाहीं ठूलो अनिश्चितता हुँदा हुँदै अनुकूलनबाट हुने भविष्यको लाभ रअहिलेको चर्को लागतका बीचमा तुलनात्माक रुपमा फाइदा के छ भन्ने हो ।

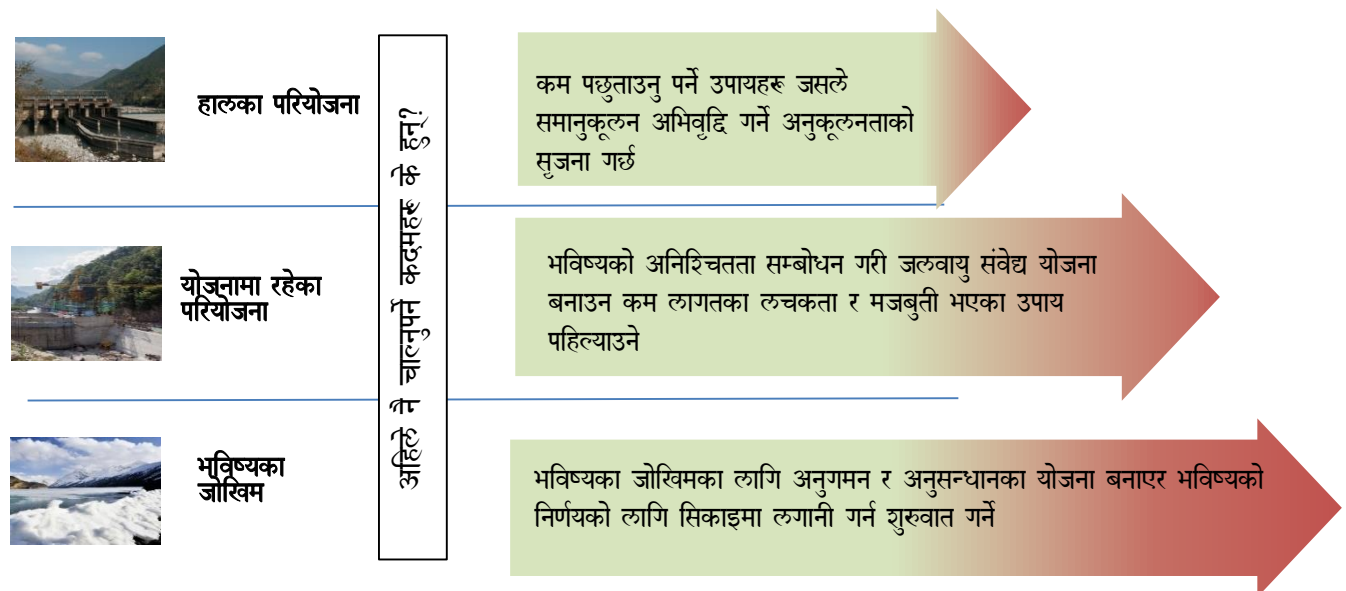
यिनै कुराहरूलाई सम्बोधन गर्न यस अध्ययनले जोखिम व्यवस्थापन गर्ने पटक पटक दोहोरिने (Iterative) पद्धति प्रयोग गरेको छ । यसले जलवायु जोखिम मूल्याङ्कन सँग प्रत्यक्ष सरोकार राखेर आउने ५ देखि १० वर्षसम्म अनुकूलनमा सहयोग पुर्याउन व्यवहारिक सूचना प्रदान गर्दछ । यसले जलविद्युत क्षेत्रमा जलवायु परिवर्तनको जोखिम सम्बोधन गर्न तीनवटा परिपूरक समरचक घटकहरू पहिल्याएको छ । हाल सञ्चालनमा रहेका, निकट भविष्यमा सञ्चालनमा आउने र लामो अवधि पछिको योजनामा रहेका परियोजनाहरू यस अध्ययनमा ठम्याइएका छन् ।

विशेष सन्दर्भ, परियोजना तथा संकटासन्नताका लागि अनुकूलनको डिजाइन गर्नुपर्छ

जलवायु जोखिम मूल्याङ्कन र अनुकूलनबाट प्राप्त यस अध्ययनको प्रष्ट निष्कर्ष के हो भने नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा एउटै मात्र उपाय सबैतिर काम लाग्दैन, परियोजना अनुसार उपयुक्त विकल्प रोज्नु आवश्यक हुन्छ ।

यसको अर्थ के हो भने परियोजनाको प्रकार, स्थान तथा संकटासन्नता हेरी अनुकूलनका उपाय निर्धारित हुनु जरूरी छ । अनुकूलनको सर्वोत्तम विकल्पले परिस्थिति जन्य जोखिम र परियोजनाको खर्चको लेखाजोखा गर्नुपर्छ । भविष्यका सबै सम्भावित जोखिमहरूका लागि परियोजना अहिल्यै वृहत र खर्चिलो डिजाइन गर्नु उचित हुँदैन ।

यस अध्ययनले ठूलो संख्यामा सम्भावित अनुकूलनका उपायहरू पहिल्यायो । अनि ति हरेक विकल्पहरूको जोखिम हेरी अनुकूलनका जुक्तिहरूको निर्धारण गरेको छ । विभिन्न विकल्पहरूको जाँच गर्न यस अध्ययनले आर्थिक विश्लेषण पनि गरेको छ । यसले विभिन्न प्राविधिक तथा अप्राविधिक विकल्पहरू पनि ठम्याएको छ । साथै उपलब्धीका सूचकहरूको जोखिमलाई सम्बोधन गर्न आवश्यक नियम र अनुशासनहरूमा पनि ध्यान पुर्याएको छ ।



नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा अनुकूलनका लागि कम पछुताउनु पर्ने विकल्पहरू छन्



यस विश्लेषणका निष्कर्षहरू नेपालको जलविद्युत क्षेत्रका लागि उत्तम विकल्पहरू ठम्याउन प्रयोग गरी हेर्दा विभिन्न प्रकारका परियोजनाहरूका लागि जोखिम र जलवायु जन्य प्रकोप अनुसार वर्तमान जलवायु परिवर्तनशीलता र भविष्यको जलवायु परिवर्तनको जोखिम हेर्दा कम पछुतो हुने अनुकूलनका विकल्पहरू रहेछन् भन्ने यस अध्ययनको प्रमुख उपलब्धी हो ।

हाल सञ्चालनमा रहेका परियोजनाका लागि तत्काल फाइदा पुर्याउन सक्ने उपायहरू, अप्राविधिक विकल्पहरू क्षमता अभिवृद्धि जस्ता कम पछुतो हुने उपायहरू प्राथमिकतामा पर्छन् । उदाहरणको लागि उन्नत जलवायुवीक तथ्याङ्क, बेल्सैमा चेतावनी दिने प्रणाली, कम लागतमा सुरक्षा गर्ने उपाय, राम्रो सेडिमेन्ट व्यवस्थापन, टर्बाइनमा पालिस लगाउने कार्य, बिमा आदि पर्छन् । यी विकल्पहरू केही परियोजनामा मात्र काम लाग्ने रेट्रोफिटिङ (Retrofitting) जस्ता महंगा विकल्पहरू भन्दा टड्कारै भिन्न देखिन्छन् । हालका बाधाहरूले गर्दा यी विकल्पहरूको अभ्यास राम्रो भएपनि अहिलेसम्म लागू हुन सकेको छैन ।

योजनामा रहेका परियोजनाहरूका लागि प्रारम्भिक अनुकूलन लागत तथा भविष्यको लाभ पनि समीक्षा गरी जलवायु संवेद्य (Climate Smart) डिजाइनलाई प्राथमिकता दिनुपर्छ । डिजाइन चरणमै जलवायु परिवर्तनको ठूलो अनिश्चिततालाई सम्बोधन गर्ने थप अवसरहरू देखिन्छन् तर जलवायु परिवर्तनको ठूलो अनिश्चितता देखिएमा उपायको हस्तक्षेप पनि आवश्यक हुन्छ । यी उपायहरू अझै पनि हाल सञ्चालनमा रहेका परियोजनाहरूमा निस्किएका विकल्पहरूसँग केन्द्रित छन् । तर भविष्यको जोखिम कम गर्न मद्दत गर्ने केही थप कम लागतका उपायहरू पनि छन् अनि लचकता र मजबुती दुबै भएका सम्भावित विकल्पहरू पनि छन् ।

अन्त्यमा, भविष्यका प्रमुख जोखिमहरूका सम्बन्धमा, अर्को पुस्ताका सम्भावित योजनाहरूको डिजाइनलाई सक्षम बनाउन सूचना, अनुसन्धान र अनुगमनका गतिविधिहरू आवश्यक छन् ।

संस्थागत सन्दर्भ महत्त्वपूर्ण छ

विकासका बेग्ला बेग्लै चरणमा अनेक भूमिका र उत्तरदायित्व हुने धेरै सरोकारवालाहरू छन् । ति भूमिका र उत्तरदायित्व बुझ्न यस अध्ययनले संस्थागत नक्शांकन (Institutional Mapping) गर्‍यो । यस अनुसन्धानले एउटा कुरो के पत्ता लगायो भने कुनै पनि संस्था जलवायु परिवर्तनका लागि पूर्णरूपमा तयार देखिएनन् । त्यसपछि अध्ययनले यस क्षेत्रलाई जलवायु संवेद्य बनाउन वर्तमान नीति नियम तथा कार्यक्रममा जलवायु अनुकूलनताका सम्भावित प्रवेश बिन्दुहरूको पहिचान गरेको छ ।

सुझावहरू

अन्त्यमा यस अध्ययनका निम्न लिखित सुझावहरू छन् :

- नेपालको जलविद्युत क्षेत्रमा हालको जलवायु परिवर्तनशीलतालाई नै पहिलो प्राथमिकता दिनु पर्छ । यसले भविष्यको जलवायु परिवर्तनशीलता समयानुकूल हुन मद्दत पुर्याउँछ ।
- सकारात्मक पहलहरू त भइ रहेकै छन् तर जलवायुवीक सूचनाहरू थप बलियो हुनु जरुरी छ ।
- सञ्चालनमा रहेका परियोजनाहरूमा जागरुकता स्थापना तथा राम्रो अभ्यास र जोखिम अध्ययन गर्न सके वर्तमान प्रभाव तथा भविष्यको जोखिम कम गर्न सकिन्छ ।
- साना बगुवा पानीका परियोजनाहरू उच्च जोखिममा रहेका हुनाले क्षमता अभिवृद्धि तथा प्रारम्भिक अनुकूलनका लागि यस्ता परियोजनाहरूलाई पहिलो प्राथमिकता दिनुपर्दछ ।
- भविष्यको योजनामा रहेका परियोजनाहरूका जलवायु जोखिमहरू जाँच गर्नुका साथै डिजाइनको मानक फेरि संशोधन गरेर प्रभावकारी निर्देशन गर्नुपर्छ ।
- यस बाहेक System Planning गरी बगुवा खोलाको पानीमा भर पर्ने परियोजना र जलाशययुक्त परियोजनाहरूको सही मिश्रण तथा आयोजनालाई सहयोग हुने ऊर्जा खरिद सम्झौता (PPA) प्रणालीको व्यवस्थापन गर्नुपर्दछ ।
- अन्त्यमा, भविष्यका निर्णय र योजनाहरूलाई सुधार गर्न अनुगमन, अनुसन्धान तथा परीक्षण गरी सिकाइमा लगानी गर्न आवश्यक छ ।

थप जानकारीका लागि : डा दिवस बस्न्यात, नेविअप्र, divas@ndri.org.np. +९७७ १ ५५३७३६२.



The project 'Acting on Adaptation in the Hydro-electricity Sector in Nepal' is being undertaken at the request of the Government of Nepal. The views expressed are entirely those of the study team and do not necessarily reflect the views of the Government of Nepal. This document is an output from a project funded by the UK Department for International Development (DFID) and the Netherlands Directorate-General for International Cooperation (DGIS) for the benefit of developing countries. However, the views expressed and information contained in it are not necessarily those of or endorsed by DFID, DGIS or the entities managing the delivery of the Climate and Development Knowledge Network, which can accept no responsibility or liability for such views, completeness or accuracy of the information or for any reliance placed on them. The Climate and Development Knowledge Network (CDKN) is a project funded by the UK Department for International Development and the Netherlands Directorate-General for International Cooperation (DGIS) and is led and administered by PricewaterhouseCoopers LLP. Management of the delivery of CDKN is undertaken by PricewaterhouseCoopers LLP, and an alliance of organisations including Fundación Futuro Latinoamericano, LEAD International, the Overseas Development Institute and SouthSouthNorth. © 2014. All rights reserved. Photos: © iStockphoto.com