በኢትዮጵያ የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃን በተቀናጀ አጠቃቀም የውሃ ደህንነትን ማሻሻል

የለውጥ ትርክት፡ ቁልፍ ግኝቶች እና እየተከሰቱ ያሉ ተፅዕኖዎች

Photo: Behailu Birhanu, 2024

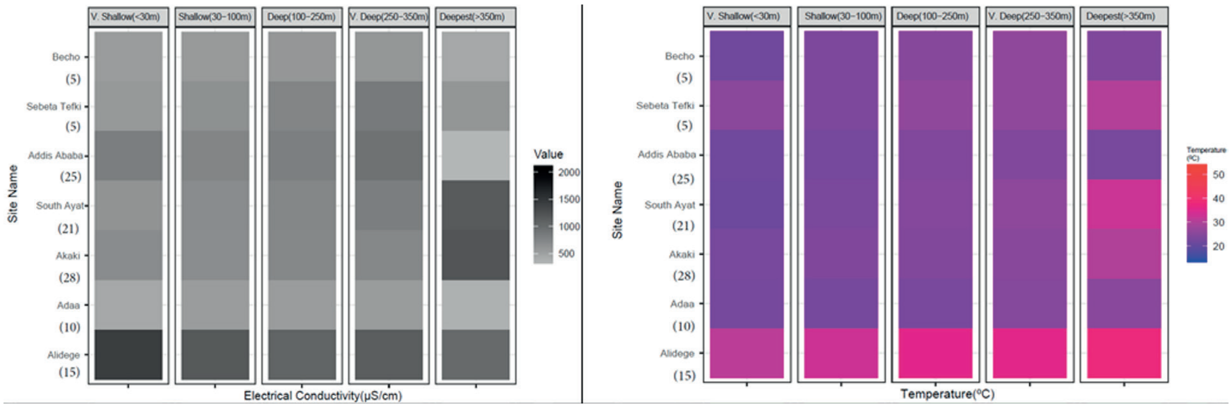
ማጠቃለያ፡

- የአዲስ አበባ የውሃ አቅርቦት ወቅታዊ ፍላጎቶችን ለማሟላት በቂ አለመሆን የውሃ መቆራረጥ እና የውሃ ተደራሽነት አለመመጣጠን አስከትሏል።
- አዲስ አበባ ከተማ ለሚገኝበት የላይኛው አዋሽ ተፋሰስ ሪች የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃ ሀብቶችን በማዋሃድ በዓይነቱ የመጀመሪያ የሆነ ተለዋዋጭ የተቀናጀ የውሃ ሞዴል አዘጋጅቷል።
- የከተማዋ የውሃ አቅርቦቶች ኢንቫሮንመንታል አይሶቶፕስን በመጠቀም የሚገኘው ዝርዝር ባህሪ የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃን ለዘላቂ አቅርቦቶች በጥምረት መጠቀምን ለማሻሻል ለአስተዳደሩ ምክረ ሃሳብ ይሰጣል።
- የጣና ሀይቅ እና የማዕከላዊ ስምጥ ሸለቆ ተፋሰሶች የከርሰ ምድር ውሃን በማካተት የውሃ ድልድል ሞዴላቸውን እያሻሻሉ ይገኛሉ።

አዲስ አበባ

University of Oxford | REACH Improving water security for the poor | Water & Land Resource Centre | Addis Ababa University | UK International Development — Partnership | Progress | Prosperity

ምስል 1: የሙቀት ካርታው በአዲስ አበባ ውስጥ በተለያዩ ቦታዎች የኤሌክትሪካል ኮንዳክቲቪቲ እና የሙቀት መገለጫ የሚያሳይ (ቁጥሮቹ በቅንፉ ውስጥ ቁመታዊ የኤሌክትሪካል ኮንዳክቲቪቲ እና የሙቀት መገለጫው ከየትኛው ጉድጓድ መውሰዱን የሚያመለክቱ መዝገቦችን ይዟል)



መግቢያ

በአፍሪካ ፈጣን እድገት ካላቸው ከተሞች አንዷ የሆነችው የአዲስ አበባ የውሃ ፍላጎት ከቅርብ አሥርተ ዓመታት ወዲህ በሕዝብ ቁጥር መጨመር፣ የነፍስ ወከፍ ፍጆታ መጨመር፣ ከገጠር ወደ ከተማ ፍልሰት፣ እና የኢንዱስትሪ የውሃ ፍላጎት እየጨመረ በመምጣቱ የውሃ ፍላጎት በከፍተኛ ደረጃ ጨምሯል። በከተማዋ የሚገኙ የውሃ አቅርቦቶች ፍላጎትን ለማሟላት ከፍተኛ ጥረት እየተደረግ ሲሆን የውሃ አገልግሎቶች በመደበኛነት መቆራረጥ ያጋጥማል።

ሪች የአየር ንብረት እና የህዝብ ቁጥር መጨመር በአዲስ አበባ የውሃ አቅርቦት ላይ ያለውን አንድምታ ወይም የሚያመጣውን ተፅእኖ ለመመርመር የተለያዩ ዘዴዎችን በመተግበር በከተማዋ የውሃ ደህንነትን ለማሻሻል በማስረጃ የተደገፉ ምክሮችን ያቀረበ ሲሆን የዚህ ሥራ ወሳኝ አካል በዓይነቱ የመጀመሪያ የሆነ ተለዋዋጭ የውሃ ድልድል ሞዴል ሁለቱንም የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃ ሀብቶችን በማዋሃድ ሲሆን ከዚህ ሥራ በኋላ ሌሎች ሁለት ትላልቅ ተፋሰሶች ማለትም የጣና ሀይቅ እና የማዕከላዊ ስምጥ ሸለቆ ሀይቆች ተፋሰሶች በአጠቃላይ ወደ 6 ሚሊዮን ሰዎች በስምጥ ሸለቆ ሀይቅ ተፋሰስ ውስጥ ይኖራሉ።

ሳይንሳዊ ተጽእኖዎች

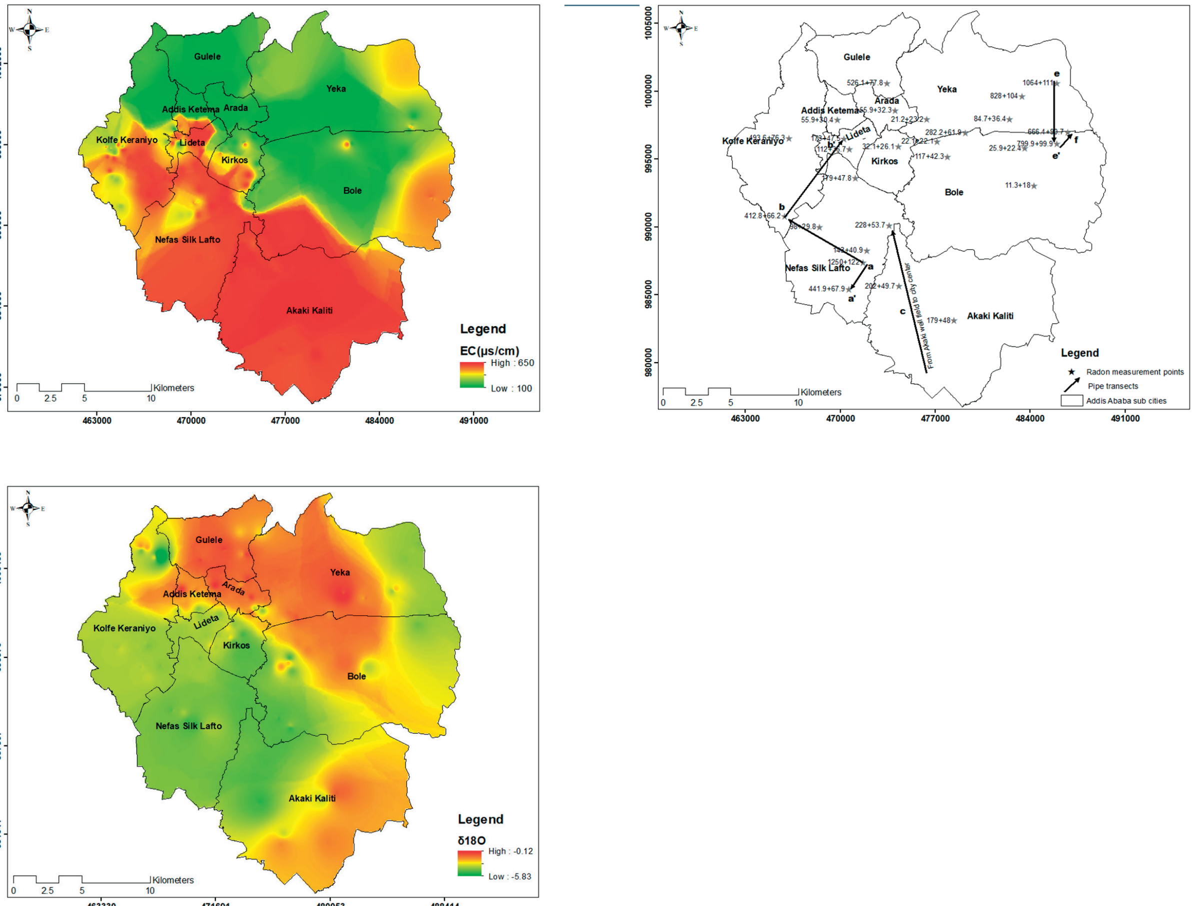
ተለዋዋጭ የውሃ አመዳደብ ሞዴል እና ማጠራቀሚያ ባህሪያት ዘዴዎች

የውሃ ድልድል ሞዴሎች በተለምዶ የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃ አቅርቦት ምንጮችን ለየብቻ ግምት ውስጥ የሚያስገቡ ሲሆን የ ሪች ተመራማሪዎች ሁለቱንም የገጽታ እና የከርሰ ምድር ውሃ አቅርቦት ምንጮችን በማጣመር ተለዋዋጭ የውሃ ድልድል ሞዴል ሰርተዋል። ይህ በአይነቱ የመጀመሪያው የሆነው ተለዋዋጭ የውሃ ድልድል ሞዴል (WEAP-MODFLOWን በመጠቀም) በላይኛው አዋሽ ንዑስ ተፋሰስ ላይ የውሃ ፍላጎት አቅርቦትን ሞዴል ለማድረግ የተዘጋጀ ሲሆን ሞዴሉም የውሃ ፍላጎትን (የህዝብ ቁጥር መጨመር፣ የውሃ ብክነት) እና አቅርቦት (የአየር ንብረት ለውጥ ውጤቶች፣ የውሃ አቅርቦት ማስፋፊያ ዕቅዶች) ግምት ውስጥ በማስገባት የአዲስ አበባን የውሃ አቅርቦት ለመዳሰስ ተዘጋጅቷል።

የሪች ጥናት ለአዲስ አበባ የውሃ አቅርቦቶች የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃ ግንኙነቶችን በካርታ በመለየት እና ከከተማው በታች ያለውን የከርሰ ምድር ውሃ የአከባቢ መከታተያዎችን በመመርመር ለዝርዝር እይታ በማብቃት አስተዋፅኦ አድርጓል።(የውሃ አይሶቶፕስ፣ የኤሌክትሪካል ኮንዳክቲቪቲ እና የሙቀት መግለጫ)

በጉድጓድ ቁፋሮ ወቅት ከሚደረጉት መለኪያዎች የኤሌክትሪክ ንክኪነት እና የሙቀት መጠን ልኬቶችን የሚጠቀም ሲሆን (ምስል 1) ውስብስብ የከርሰ ምድር ውሃ ፍሰት ስርዓቶችን ለመረዳት አዲስ አቀራረብ ነው።

ምስል 2: የቦታ ንድፍ (A) EC(የኤሌክትሪካል ኮንዳክቲቪቲ)፣ (B) d^{18}O (‰) እና (C) ^{222}Rn (Bq/m^3) በተመረጡ የአዲስ አበባ ከተማ የቧንቧ ውሃዎች ውስጥ። ዝቅተኛ EC (የኤሌክትሪካል ኮንዳክቲቪቲ) ፣ እና ከፍተኛ ^{18}O ከገጸ ምድር የውሃ ማጠራቀሚያዎች ውሃ የሚቀዳባቸውን ክፍለ ከተሞች ያመለክታሉ። ከፍተኛ EC (የኤሌክትሪካል ኮንዳክቲቪቲ) እና ዝቅተኛ ^{18}O ቧንቧዎች ከከርሰ ምድር ውኃ ምንጮች ጋር የተገናኙ መሆናቸውን የሚያመለክቱ ሲሆን የሽግግር ዞኖች ድብልቅ ምንጮች አሏቸው።ምንጭ: Kebede et al., 2023)



የ ^{222}ራዶን መተግበሪያን በመጠቀም የውሃ ቆይታ ጊዜን በውሃ ማቀረቢያ ፓይፖች መገመትት

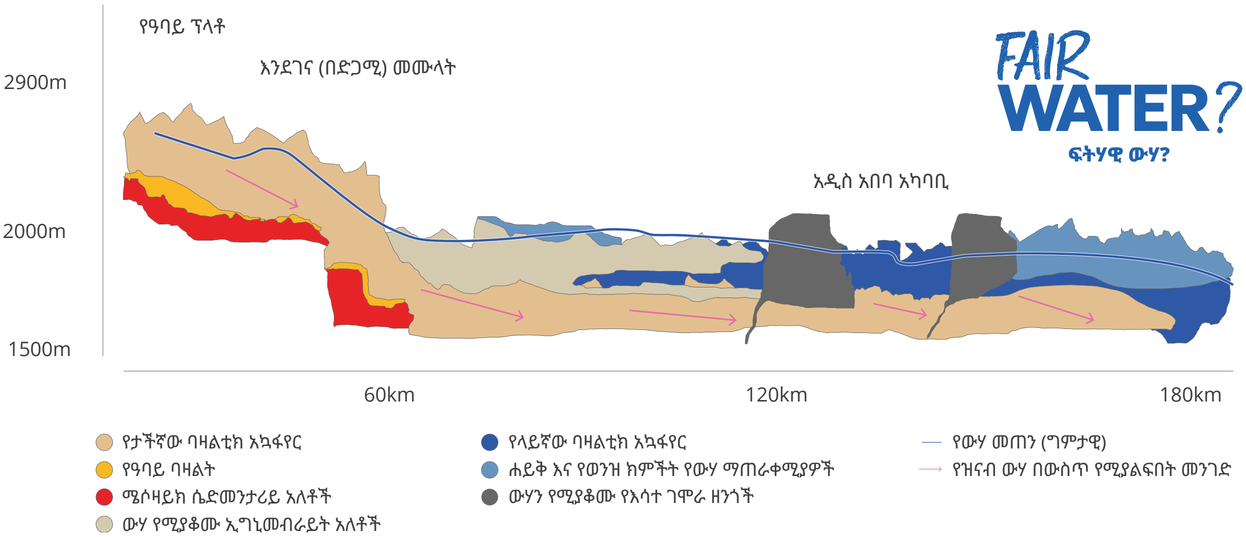
የአዲስ አበባ ከተማ አሮጌ (ያገለገሉ) የውሃ አቅርቦት ማከፋፈያ ቱቦዎች (የውሃ ቧንቧ መስመሮች) በማፍሰሳቸው ምክንያት ዋነኛ የውሃ ብክነት ምንጮች ናቸው። አሮጌ ቱቦዎች በአሉታዊ ግፊት ወደ ቧንቧዎች ውስጥ ከውጭ ዘልቀው በመግባት የውሃ ጥራትን አደጋ ላይ ሊጥሉ የሚችሉ ሲሆን በእርግጥም በቧንቧው ውስጥ ረዘም ያለ ውሃ ሲቆይ በቧንቧው አውታር በቧንቧ መስመር ውስጥ የውኃ ብክለት የመከሰቱን ዕድል ይጨምራል።

የሪች ጥናት በተመረጡ የቧንቧ ውሃ አካባቢዎች ውስጥ የውሃ ጥራትን ለመለየት የኤሌክትሪክ ፍሰት መለኪያዎችን በመጠቀም እና ከዚህ ቀደም በዚህ መንገድ ጥቅም ላይ ያልዋለ መከታተያ ^{222}Rn ራዲዮአክቲቭ አይሶቶፕን በመጠቀም የቧንቧ ውሃ የሚቆይበት ጊዜ ለመወሰን ጥናቱን አካሂዷል።

አሶቶፕስ እና የዜጎች ሳይንስ መተግበሪያዎችን በማቀናጀት የሚሰጣቸውን ቦታዎች መለየት

ስእል 2 የአዲስ አበባ የተለያዩ አካባቢዎች ከከርሰ ምድር ውሃ (ጥልቅ እና ጥልቅ ያልሆኑ ጉድጓዶች)፣ የገጸ ምድር ውሃ ወይም ሁለቱም የከርሰ ምድር እና የገጸ ምድር ውሃ እንዴት ውሃ እንደሚያገኙ ለማወቅ የአካባቢ መከታታዮች እንዴት ጥቅም ላይ እንደዋሉ የሚያሳይ ሲሆን በከተማው ውስጥ የውሃ አቅርቦት መቆራረጥ የቤት ውስጥ ልምዶችን ለመዳሰስ የዜግነት(ማህበራዊ) ሳይንስ አቀራረብ ጥቅም ላይ ውሏል።

ምስል 3፡ በሪች የከርሰ ምድር ውሃ ፍሰትን የሚያሳይ በፌር ዋተር ኤግዚብሽን(ዐውደ ርእይ) የቀረበ ምስል የአዲስ አበባ ክልል በአባይ ፕላቱ ላይ በሚጥል ዝናብ ምን ያህል ጥልቅ የከርሰ ምድር ውሃ እንደሚሞላ ያሳያል። ጥልቀት የሌለው የከርሰ ምድር ውሃ ከአካባቢው ዝናብ ይሞላል። (የምስል ክሬዲት፡ የኦክስፎርድ ዩኒቨርሲቲ የተፈጥሮ ታሪክ ሙዚየም)።



በዚህ ጥናት ላይ በተመረጡ ስድስት ክፍለ ከተሞች የሚገኙ ከ30 አባወራዎች የተውጣጡ በጎ ፈቃደኞች የውሃ አቅርቦታቸው መቋረጡን በ2020 እርጥብ እና ደረቅ ወቅት ለሁለት አስር ቀናት በአደረጉት ምልከታ ተገንዝበዋል (ምስል 4)። ይህ የዳሰሳ ጥናት የአዲስ አበባ ከተማ የቧንቧ ውሀን የአይሶቶፒክ እና የኤሌትሪክ ኮንዳክቲቭ መዛግብት ያሟላ ሲሆን አፋጣኝ የውሃ አቅርቦት ጣልቃገብነት የሚሹ ክፍለ ከተሞችን ይለያል። እንዲሁም የትኞቹ አባወራዎች ከገጸ ምድር የውሃ ማጠራቀሚያዎች ጋር እንደሚገናኙ እና ጥልቀት የሌላቸው እና ጥልቅ የከርሰ ምድር ውሃ ስርዓቶችን በማዘጋጀት በተለያዩ የከተማዋ አካባቢዎች የአየር ንብረት ለውጥ ተጋላጭነትን በተመለከተ ተጨማሪ መረጃ ይሰጣል።

ቁልፍ ግኝቶች

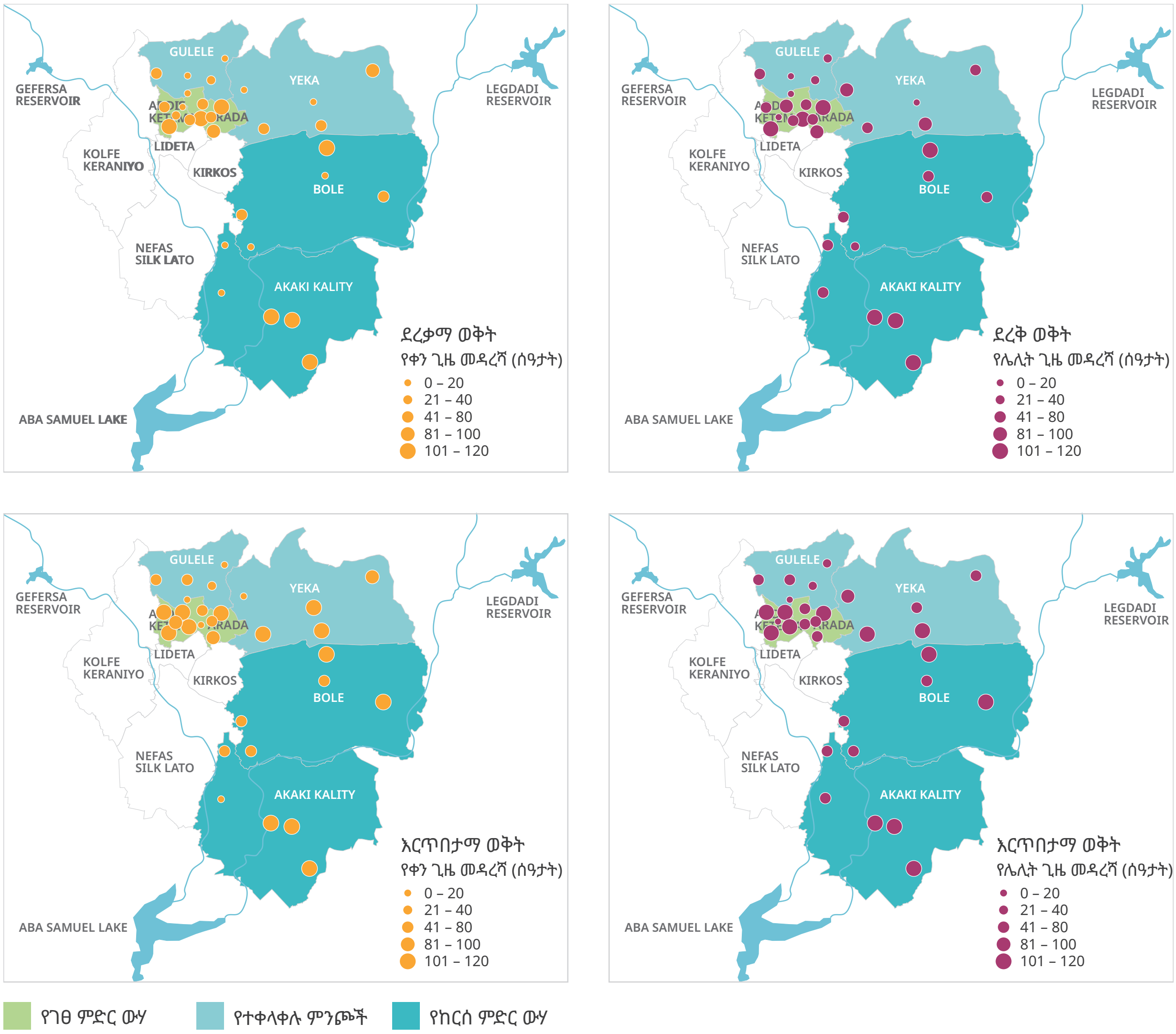
የከርሰ ምድር ውሃ ፍሰት ባህሪ እና ለአስተዳደር ያላቸው አንድምታ

የከርሰ ምድር ውሃን መሙላት፣ ፍሰት እና ፍሳሽን መረዳት ለዘላቂ የውሃ ሀብት አስተዳደር ውሳኔዎች አስፈላጊ ሲሆን ለአዲስ አበባ ከተማ የሚያቀርበው የከርሰ ምድር ውሃ ስርዓት የሚከተሉትን ያጠቃልላል።

- ከኢትዮጵያ ደጋማ ቦታዎች ከሚመነጨው የክልል የከርሰ ምድር ውሃ ፍሰት ጋር የተገናኙ ጥልቅ የከርሰ ምድር ውሃ ሥርዓቶች (ምስል 3) እና፣
- ከአካባቢው ዝናብ እየሞሉ ያሉ ጥልቀት የሌላቸው የከርሰ ምድር ውዕ ሥርዓቶች።

የአከባቢው የኃይል መሙያ ዞኖች በከፍተኛ የከተማ እና የኢንዱስትሪ ልማት አካባቢዎች ውስጥ የሚገኙ ሲሆን በሚያስከትሉት የኃይል መሙላት ቅነሳ እና ብክለት አደጋዎች ሊከሰት ይችላል። (MAR) የሚተዳደሩ የአኩዊፈር መሙያዎች መካተት ውጤታማ በሆነበት ቦታ ላይ ውሳኔ አሰጣጥን ለመምራት ተስማሚ ቦታዎችን ማቀድ አለባቸው።

ምስል 4፡ በተመረጡ ስድስት የአዲስ አበባ ክፍለ ከተሞች ደረቃማ (ግንቦት 2020) እና ዝናባማ (ኦገስት 2020) ወቅት የውሀ መቆራረጥ የምልከታ ቅኝት ። (ሀ) በደረቃማ ወቅት በቀን የውሃ አቅርቦት፣ (ለ) በደረቃማ ወቅት የምሽት ጊዜ የውሃ አቅርቦት፣ (ሐ) እርጥበታማ ወቅት በቀን የውሃ አቅርቦት፣ (መ) እርጥበታማ ወቅት የምሽት ጊዜ የውሃ አቅርቦት።(ምንጭ፡ ብርሃኑ እና ሌሎች; 2023)



የገፀ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃን በደንብ የሚያስተዳድር የጋራ አጠቃቀም አስፈላጊነት

በWEAP-MODFLOW ተለዋዋጭ ትስስር የተሰራው የተቀናጀ የውሃ ድልድል ሞዴል የአዲስ አበባ የውሃ አቅርቦት አሁን ያለውን ፍላጎት ለማሟላት በቂ አለመሆኑን የሚያሳይ ሲሆን አሁን ያለው የከርሰ ምድር ውሃ የማውጣት መጠን በዚሁ ከቀጠለ የከርሰ ምድር ውሃ የመሟጠጥ አደጋ ተጋርጦበታል። ተጨማሪ የገጸ ምድር የውሃ ማጠራቀሚያዎች ከከተማ ውጭ በገርቢ እና በሲቢሉ የታቀዱ ቢሆንም ምንም እንኳን በአሁኑ ጊዜ በኢኮኖሚ እና በሌሎች ችግሮች ምክንያት ቢዘገዩም የእኛ ሞዴሊንግ እነዚህ የማስፋፊያ ዕቅዶች እንኳን በሕዝብ ቁጥር መጨመር፣ በኢንዱስትሪዎች መስፋፋት እና በውሃ መጥፋት ምክንያት እያደገ የመጣውን ፍላጎት ሙሉ በሙሉ እንደማያሟሉ ይጠቁማል።

በአየር ንብረት ትንበያዎች፣ ደረቅ ሁኔታዎች ወደፊት የከተማውን የውሃ አቅርቦት ምንጮችንም ሊያጨናንቁ የሚችሉ ሲሆን የከርሰ ምድር ውሃ ምንጮች በድርቅ ጊዜ ለአየር ንብረት ተከላካይ ሊሆኑ ይችላሉ። የከርሰ ምድር ውሃ አጠቃቀምን በተሻለ ሁኔታ ለመቆጣጠር እና የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃን በጋራ ጥቅም ላይ በማዋል ለአዲስ አበባ የውሃ አቅርቦቶችን በዘላቂነት ለመደገፍ ወደ ተግባር መግባት ያስፈልጋል። የውሃ አቅርቦት መስፋፋት ከሌሎች የምህንድስና ካልሆኑ ጣልቃ ገብነቶች (ለምሳሌ የፍላጎት አስተዳደር) ጋር ተቀናጅቶ የውሃ ብክነትን የሚቀንስ እና የውሃ አጠቃቀም ውጤታማነትን ይጨምራል።

በከተማ አካባቢዎች በሃይል አቅርቦት ፣ በውሃ አስተማማኝነት እና በውሃ ጥራት መካከል ያሉ ግንኙነቶች

የዜጎች (የማህበራዊ) ሳይንስ የቤተሰብ ውሃ መቆራረጥ ጥናት እንደሚያመለክተው የከርሰ ምድር ውሃ ምንጭ ጋር የተገናኙ እማወራዎች ለውሃ መቆራረጥ የበለጠ ተጋላጭ ሲሆኑ ይህ በዋነኛነት በከተማው ተደጋጋሚ የመብራት መቆራረጥ እና የጉድጓድ ውሃ ማውጫ በመጎዳቱ ነው። የ ሪች ጥናት እንደሚያሳየው የጉድጓድ ውሃ ፍሰት መቋረጥ አሉታዊ የግፊት እድገትን ተከትሎ በቧንቧ መረብ ውስጥ ከውጭ የሚገቡ ንጥረ ነገሮች በመኖራቸው በቧንቧ ውሃ ጥራት ላይ ያለው ለውጥ ጋር እንደሚመጣ ያሳያል።

እያደጉ ያሉ የውሃ ጥራት ስጋቶች

በሪች ጥናት የተደረገ አዳዲስ(እያደጉ ያሉ) ብክለት (ተፈጥሯዊ እና ሰው ሰራሽ ኦርጋኒክ ውህዶች) እንደሚያሳየው ጥልቀት የሌላቸው የከርሰ ምድር ውሃ እና ወንዞች በፀረ-ተባይ መድሃኒቶች፣ ሰው ሰራሽ የምግብ ማጣፋጫዎች፣ ፋርማሲዩቲካልስ (መድሃኒቶች)፣ የእንስሳት ህክምና መድሃኒቶች እና በካይ ንጥረ ነገሮች ይጠቃሉ። አንዳንድ እያደጉ ብክለቶች ከሁለቱም የገጽታ እና ጥልቀት ከሌላቸው የከርሰ ምድር ውሃ አቅርቦት ምንጮች (ፀረ-ተባይ መድኃኒቶች፣ የንጽህና መጠበቂያ ምርቶች፣ አበረታች መድኃኒቶች፣ እርጥበታማ የኬሚካል ንጥረ ነገር ፣ ፋርማሲዩቲካል (መድሃኒቶች) በሚመነጩ የቧንቧ ውሃ ውስጥ ይስተዋላሉ።

የፖሊሲ እና ተፅእኖ

በመላው ኢትዮጵያ እንደሚደረገው የከርሰ ምድር ውሃ በአብዛኛው ከውሃ ድልድል ሞዴሎች ውጪ ይሆናል። የሪች ስራ እና ከባለሙያዎች ጋር ያለው ተሳትፎ የውሃ ድልድል ሞዴሎች የከርሰ ምድር ውሃን እንዴት ማዋሃድ እንደሚችሉ እና እንደሚያስፈልግ ተጨማሪ ማስረጃዎችን ማቅረብ ነው። ይሁን እንጂ ጥናቱ ያልተማከለ ውሃ ወደ የከርሰ ምድር ውሃ ለማውጣት የሚደረገው እንቅስቃሴ የውሃ ጥራት ተግዳሮቶች እንደሚኖሩት አመልክቷል ምክንያቱም አብዛኛው ጥልቀት በሌላቸው ጉድጓዶች ውስጥ በካይ ጉድጓዶች (በአንዳንድ የቧንቧ ውሃዎች ውስጥ ከጥልቅ ጉድጓዶች ጋር የተገናኙ እያደጉ ያሉ ብክለቶችን ጨምሮ)

በአገር ውስጥ በተዘጋጁ አውደ ጥናቶች ከአዋሽ፣ አባይ እና ሪፍት ቫሊ ሐይቅ ተፋሰስ ጽ/ቤት ባለሙያዎች ጋር የሪች ሥራ ውጤት ቀርቧል። ይህንኑ ተሳትፎ ተከትሎ የአባይ ተፋሰስ ፅ/ቤት እና የስምጥ ሸለቆ ሀይቆች ተፋሰስ ጽ/ቤት ለጣና ሀይቅ ንዑስ ተፋሰስ (ሁለት ሚሊዮን ህዝብ) እና ለማዕከላዊ ስምጥ ሸለቆ ሀይቆች (አራት ሚሊዮን ህዝብ) ሞዴላቸውን ለማሻሻል ተጨማሪ የቴክኒክ ድጋፍ ጠይቀዋል። የሪፍት ቫሊ ሀይቅ ተፋሰስ ቀድሞውንም የገንዘብ ድጋፍ ያደረገ ሲሆን ሞዴሉን ለማሻሻል የቴክኒክ አማካሪን ሰጥቷል።

የሪች ኢትዮጵያ የውሃ ክፍፍል ሞዴል ውጤቶች በአለም አቀፍ መድረኮች ቀርበዋል ፣ በአለም አቀፍ የውሃ ሀብት አስተዳደር እና ዘላቂነት ኮንፈረንስ ላይ ምርጡን የዝግጅት አቀራረብ ሽልማት አግኝተዋል። ዱባይ -2022

የአቅም ግንባታ

የአቅም ግንባታ የዚህ ሥራ ዋና አካል ሲሆን ሪች ከዚህ በታች የተዘረዘሩትን ያካትታል ፡

- AAWSA፣ MoWE እና ተፋሰስ ጽ/ቤቶች (አዋሽ፣ አባይ ስምጥ ሸለቆ) ለሚሰሩ ባለሙያዎች በውሃ ድልድል ሞዴል ላይ የስልጠና አውደ ጥናቶች የሰጠ ሲሆን ተሳታፊዎቹ በአብዛኛው ከመጀመሪያ እስከ መካከለኛ የሙያ ዘርፍ በውሃ ዘርፍ የሚሰሩ ባለሙያዎች ናቸው።
- AAWSA እና IWMI ጋር የአዲስ አበባ አዳፕቴሽን ኔትወርክ አውደ ጥናት በጋራ የአዘጋጀ ሲሆን የተዘጋጀውን የፖሊሲ አጭር መግለጫ ከAAWSA ባለሙያዎች ጋር ውይይት ተደርጓል።
- የተሳተፉ የማስተርስ እና የፒኤች.ዲ. ተማሪዎች ከአዲስ አበባ ሳይንስና ቴክኖሎጂ እና ከባህር ዳር ዩኒቨርሲቲዎች የተውጣጡ ሲሆን በተለዋዋጭ የውሃ ክፍፍል ሞዴል ላይ ይሰራሉ።

የምርምር ውጤቶች

Birhanu, B., Kebede, S., Charles, K., Taye, M., Atlaw, A. and Birhane, M. 2021. በላይኛው የአዋሽ ንዑስ ተፋሰስ የመካከለኛው ኢትዮጵያ የገጸ ምድር እና የከርሰ ምድር ውሃ አቅርቦት ምንጮች ላይ የተፈጥሮ እና ሰው ሰራሽ ተጽእኖ ያሳድራል። *Frontiers in Earth Science*, 9: 656726. doi: 10.3389/feart.2021.656726

Hailu, K., Kebede, S., Birhanu, B., Lapworth, D. 2024. በኢትዩጵያ አዋሽ ወንዝ ተፋሰስ ላይ እየተከሰቱ ያሉ አሳሳቢ ሁኔታዎችን መከታተል *Journal of Hydrology, Regional Studies*, 54: 101869. doi: 10.1016/j.ejrh.2024.101869

Hailu, K., Birhanu, B., Azagegn, T., Kebede, S. 2023. ክልላዊ የከርሰ ምድር ውሃ ፍሰት ስርዓት የላይኛው አዋሽ ውስጥ የእሳተ ገሞራ የውሃ ማጠራቀሚያዎች ባህሪይ በርካታ (የተለያዩ)አቀራረቦችን በመጠቀም ፣ ማእከላዊ ኢትዮጵያ I*sotopes in Environmental and Health Studies Journal*, (accepted).

Kebede, S., Hailu, K., Siraj, A. and Birhanu, B. 2023. . የአካባቢ አይሶቶፕስ ($\delta^{18}O$–$\delta^{2}H$, ^{222}Rn) እና የኤሌክትሪክ ኮንዳክቲቢቲ ወደ ኋላ መከታተያ የከተማ ቧንቧ ውኃ ምንጮች ውስጥ የውሃ ጥራት መረጋጋት መከታተል እና የቧንቧ ውሃ የመኖሪያ ጊዜ ግምት *Frontiers in Water*, 5: 27. doi: 10.3389/frwa.2023.1066055

Kebede, S., Charles, K., Godfrey, S., MacDonald, A. and Taylor, R.G. 2021. የከርሰ ምድር ውሃ እና የገጸ ምድር ውሃ በተለዋዋጭ ድርቀት ውስጥ ያለው ክልላዊ መስተጋብር፦ ከአዋሽ ተፋሰስ፣ ኢትዮጵያ የተገኘው መረጃ። *Hydrological Sciences Journal*, 66 (3): 450–463. doi: 10.1080/02626667.2021.1874613

ሌሎች ውጤቶች

በአዋሽ ወንዝ ተፋሰስ ውስጥ እያደጉ ያሉ ብከላዎችን መከታተል፣ ኢትዮጵያ። REACH Blog, September 2024

የአዲስ አበባ ከተማ የውሃ አቅርቦት ተግዳሮቶች፡ ምንም ማድረግ አለመቻልም አማራጭ ነው? REACH Blog, May 2023

የከርሰ ምድር ውሃ ለአየር ንብረት መቋቋም በአፍሪካ ቀንድ:: REACH Blog, February 2023

የአዲስ አበባ የውሃ ፍላጎት-አቅርቦት ሁኔታ፡ የውሃ ተግዳሮቶች እና የፖሊሲ አማራጮች። REACH Policy brief, January 2023.

ቀጣይነት ያለው የውሃ ሀብት አስተዳደር የወደፊት ዕጣ:: REACH Blog, May 2022.

የገጸ-ከርሰ-ምድር ውሃ ሀብቶችን በተቀናጀ አጠቃቀም የከተማ የውሃ አቅርቦት ደህንነትን ማሻሻል። REACH Blog, May 2021.

ዋና ዋና ሰዎች /ኮንታክቶች

Dr Behailu Birhanu
REACH-Ethiopia Post-doctoral Fellow in Groundwater Management, Addis Ababa University, Ethiopia

behailu.birhanu@aau.edu.et

Prof. Seifu Kebede
Centre for Water Resources Research, School of Agricultural Earth and Environmental Sciences, University of KwaZulu-Natal

kebedeGurmessaS@ukzn.ac.za

Kidist Hailu
REACH-Ethiopia Ph.D. Researcher, Addis Ababa University, Ethiopia

kidisthailut@gmail.com

Prof Katrina Charles
School of Geography and the Environment, University of Oxford, UK

katrina.charles@ouce.ox.ac.uk

የለውጥ ጭብጥ ትርክቶች

- የከርሰ ምድር ውሃ
- መሬት
- የባህር ዳርቻዎች
- ጾታ
- ትምህርት ቤቶች
- አገልግሎቶች
- ጤና
- የአየር ንብረት
- ከተሞች
- ተፋሰሶች

ሪች ፖሊሲን እና አሰራርን የሚቀይር አለም አቀፍ ደረጃውን የጠበቀ ሳይንሳዊ ጥናት በማቅረብ የድሆችን የውሃ ደህንነት ለማሻሻል የሚያስችል አለም አቀፍ የምርምር ፕሮግራም ነው። ፕሮግራሙም ከ 2015–2024 የሚቆይ ሲሆን በኦክስፎርድ ዩኒቨርሲቲ ከአለም አቀፍ አጋሮች ጋር የሚመራ እና ከUK መንግስት የውጭ ጉዳይ፣ የኮመንዌልዝ እና ልማት ጽህፈት ቤት በ UK Aid የተደገፈ ነው። Project code 201880.