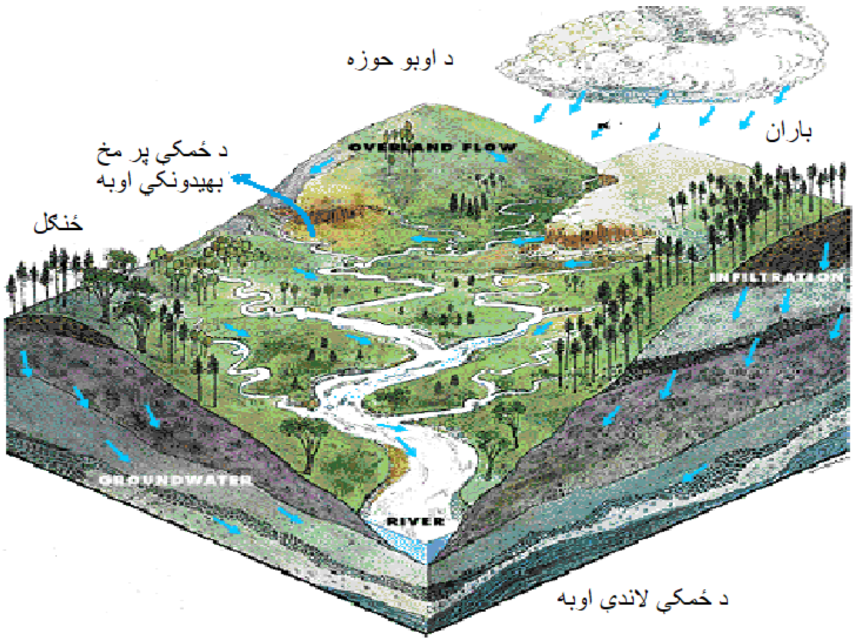
دوکتور ايمل ولي
emal.wali@yahoo.com

دوکتور ايمل ولي د جاپان هيواد ميازاکي پوهنتون څخه د اوبو د منابعو اداره او تنظيم په برخه کي د دوکتورا په کچه زده کړې ترسره کړي دي. اوسمهال شيخ زايد پوهنتون کي د علمي کادر غړی دی

د جغرافيوي سيستم په اډانه کي د ځمکي پر مخ بهيدونکو اوبو اندازه کول: په افغانستان کي د خوست ولايت څخه د اوبو په يوه ځانګړي حوزه باندې کار کول



لنډيز

د اوبو بيلانس پنځه مهمي برخي لري. دا برخي عبارت دي له اورښت، د ځمکي پر مخ بهيدونکي اوبه، په خاوره کي ذخيره کيدونکي اوبه، د ځمکي لاندې اوبه او د اوبو هغه اندازه چي د خاورې او د نبات د سطحي څخه تبخيرېږي. په دې څېړنه کي مونږ د ځمکي پر مخ بهيدونکو اوبو سمت، مقدار، د اوبو په حوزه کي د اوبو د پيل نقطي څخه تر وتلو نقطي پورې د وخت محاسبه ترسره کړي ده. داسي چي د اوبو، خاورې او د ځمکني پوښښ منابعو په هکله د تصميم نيوني او اداره کولو په خاطر د خوست په ولايت کي د اوبو د يوې حوزې (watershed) د ځانګړتياوو او ماډل کولو يو سيستم ته پراختيا ورکړل شوي ده. د اوبو د حوزې پنځو مهمو فکتورونو تجزيه او تحليل په نظر کي نيول شوي دي، چي عبارت دي له: د خاورې د ذراتو کلاسونه، ځمکنی پوښښ، هايډرولوژيکي فکتورونه، د خاورې د انحنا شمارې Soil Curve Number (CN)، او د خاورې هايډرولوژيکي ګروپونو څخه. د ورځني اورښت يو کلن ارقام، د Sentinel-2 مصنوعي سپوږمکی په واسطه د اخيستل شوو تصويرونو سور، ابي، شين او NIR بنډونه کارول شوي دي. د يادو تصويرونو هر فيکسل د ځمکي پر مخ $100\ m^2$ ساحي څخه نماينده ګي کوي او د DEM چي resolution يي 12.5 m متره دی، ارقامو څخه په دې څېړنه کي ګټه پورته شوي ده. د خاورو د ذراتو او هايډروليژيکي ګروپونو د ټاکلو لپاره د مطالعي لاندې ساحي څخه د خاورې نموني راټولي شوي دي. زمونږ د څېړني پايلي په ګوته کوي چي 50.34 ha، 48.35 ha، 5.18 ha، 54.96، 3.03 ha او 1.17 ha هکتاره ساحه په ترتيب سره سرلوڅو خاورو، ځنګلونو، اوبو، طبعي واښو، کرني او د استوګني ځايونو نيولي ده. همداشان ددې څېړني په پايله

کې وموندل شوه چې د څېړنې لاندې ساحه کې 27.3 ha، 31.7 ha، 8.7 ha، 70.3 ha او 20.7 ha هکتاره ځمکه په ترتیب سره کلي، لوم، شګلنو، شګلنو لوم او سیلټ لوم خاورو نیولې ده. زمونږ په واسطه پیش بیني شوي ارقام ښايي چې د 2020 کال په جریان کې د څېړنې لاندې اوبو د حوزې د مجموعي اوبو 1754.6 m^3 (زره) څخه یې 1421 m^3 (زره) اوبه د بهیدونکو اوبو په څېر د اوبو حوزې څخه په وروستی خارجیدونکې برخه (Outlet) کې خارجېږي. ځینې نور فکتورونه لکه په خاوره کې د اوبو درګی حرکت، ژور حرکت او د اوبو په فرعي حوزو کې د اوبو د حرکت وخت هم د TR-55 روش په کارولو سره محاسبه شوي دي. ددې څېړنې له پایلو څخه جوتیږي چې محاسبه شوي ارقام د اوبو د منابعو مدیرانو، محلي کروندګرو او تصمیم نیوونکو سره د اوبو د حوزې په تحلیل کولو او په پایښت لرونکې بڼه د اوبو حوزې په پلان کولو کې مرسته کولای شي.

کلیدي ټکي: د خاورې د انحنا شماره (Soil Curve Number)، جغرافیوي مالوماتي سیستم، د خاورو هایډرولوژیکي ګروپونه، د ځمکې پر مخ بهیدونکې اوبه

پیژندګلوي

په هغه صورت کې چې د اوبو د حوزې په کچه ننګونې ارزول کیږي، د اوبو د منابعو مدیران ډېرې وختونه ورته ډول پوښتنې کوي. دا پوښتنې عبارت دي له: د اوبو په حوزه کې چېرته ستونزې پیدا کیږي؟، ستونزې ته د رسیدګي په خاطر د کومو ځایونو څخه نمونه اخیستل او څارنه تر سره شي؟ د منابعو اداره کولو په تر ټولو غوره عملیاتو باندې چېرته تمرکز وکړو؟. د "چېرته " تکرارېدونکې پوښتنې څخه مالومیږي چې د اوبو حوزې اداره کول په څه ډول ترسره کړو؟؟ په دې مقاله کې مونږ د جغرافیوي مالوماتي سیستم (Geographical Information System) چې د لنډیز لپاره یې GIS کارول کیږي، څخه په استفادې سره د اوبو د حوزې پر ځانګړتیاو او ادراه کولو باندې بحث کوو. زمونږ په دې څېړنه کې د اوبو د حوزې د مطالعه کولو لپاره د خاورې د ذراتو ګروپونه، د ځمکې پوښښ، هایډرولوژیکي فکتورونه، CN، د خاورې هایډرولوژیکي ګروپونه او د اورښت اندازه په نظر کې نیول شوي دي. د اوبو د حوزې په کچه هراړخیز مطالعات کولای شي چې زمونږ سره د اوبو په اداره کولو کې مرسته وکړي. داسې چې د اورښت څخه وروسته اوبه د فرعي حوزو څخه د بهیدونکو اوبو په شکل د یوې فرعي حوزې څخه بلې ته لار مومي او بلاخیره دا اوبه کوچنیو ویالو لویو خوړونو او سیندونو ته لار پیدا کوي او په مختلفو سیمو کې د سیلابونو په ډول بهیږي. زمونږ لپاره په ناڅاپي ډول د زیاتو اوبو اداره کول ستونزمن شي. په دې ځای کې اصلي موخه داده چې د اوبو حوزې په کچه د بهیدونکو اوبو د اندازې او د هغه فکتورونو پیدا کول چې د بهیدونکو اوبو سره په بهیدو کې مرسته کوي، پیژندل او پوهیدل دي ته لاره هواروي چې څه ډول د بهیدونکو اوبو سرعت راکم کړای شو تر څو اوبه وړاندې له دې چې خوړ، ویالې او یا سیند ته لاره پیدا کړي، یوه زیاته اندازه یې د اوبو د فرعي او لویې حوزې په داخل کې په مصرف ورسیږي. په دې کار سره به د یوې خوا د ځمکې لاندې اوبو د کمیدو مخنیوی شوی وي او د بلې خوا به مو د کرنې، ځنګلونو او مالداری سکتورونو وده کړې وي. د 1990 کالونو راهیسې کمپیوټري ژبو، پوستکالي (Software) او ارقامو د شتون له امله د اوبو د حوزې اداره کولو په منظور ډول ډول اپلیکیشنونه او کمپیوټري پوستکالي رامنځ ته شول. په دې برخه کې ځینې هغه مشهور چې په اوایلو کې ورباندې کار شوی د Patrick او همکارانو په واسطه یې په 1996م کال کې د "اوبو په حوزه کې د اوبو د کیفیت موډلونه " تر عنوان لاندې نشر شوي کتاب کې د اوبو د حوزې موډلونو باندې کره کتنه شوې ده. همدا شان د John او همکارانو له لورې په 1993م کال کې د ځمکې د سطحې او فرعي سطحو د پروسو ماډل کولو تر عنوان لاندې څېړنیز اثر په نشر ورسیدو. د اوبو په حوزه کې د اوبو اداره کولو لپاره د US. Army corps له لورې د HEC-GeoHMS او HEC-HMS کمپیوټري پروګرامونه رامنځ ته شول. یاد کمپیوټري پوستکالي د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو مالومولو، د د اوبو د حوزې د سرحداتو ټاکلو، د نهرونو مالومول، د یوې نقطې څخه بلې نقطې ته د اوبو حرکت او وخت مالومولو او داسې نورو مواردو پیدا کولو او تجزیه و تحلیل کولو لپاره ګټه پورته کیږي. لومړی پوستکالی د مشهور تجارتي پوستکالي ArcGIS سره یو ځای کار کوي.

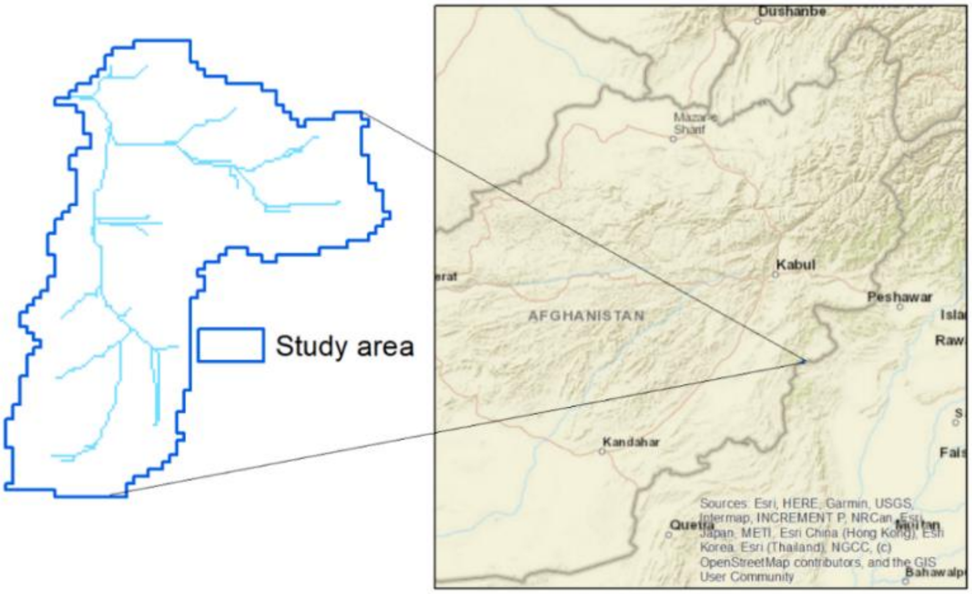
د انسانانو په واسطه په طبعي چاپیریال کې د لاسوهنو په او اقلیمي تغیراتو په وجه، په دې نېږدې کالونو کې د نړۍ په ګوټ ګوټ کې د سیلابونو او د ځنګلاتو له منځه تلل په تکرارېدونکې ډول ترسره کیږي، په داسې حال کې چې د نړۍ په نورو سیمو

کې وچکالي په ډېرېدو ده. ښاری کیدل او په هغه سیمو کې چې سینډونو ته نېږدې وي، د استوګنې د ځایونو جوړولو په وجه ټولنې د سیلابونو له امله د زیاتو اقتصادي زیانونو سره مخ کیږي. دا ډول ستونزې مخ پر ودې هېوادونو کې مخ په ډېرېدو دي. د سیلابونو اداره کول اسانه کار نه دی. دلته بیا هم د اوبو د حوزې په کچه د اوبو د منابعو څارل او اداره کول د سیلابونو په مخنیوي کې مرسته کوي. په مناسبو ځایونو کې د باران د اوبو راټولولو ساختمانونو جوړول نه یوازې دا چې اوبه په هره حوزه کې راټولیږي، بلکې د اوبو د سرعت په راکمولو کې د پام وړ اغیزې لري.
په افغانستان کې په تېره بیا د خوست په ولایت کې د اوبو د حوزې ماډل کول او د کوچنیو او لویو سینډونو نقشې جوړولو چارې یا په نشت حساب دي او یا هم ډېرې په سستی سره روانې دي. همدا شان د هایډرولوژي او میترولوژي سټېشنونه په کافي اندازه شتون نه لري. دا ډول سټېشنونه په ډېری سیمو کې په غیر فني او مسلکي ډول ځای پر ځای شوي دي، د بېلګې په ډول په هغه صورت کې چې د هوا پېژندنې سټېشن حس کوونکي الې (sensors) د ځمکې د سطحې څخه په دوه متره ارتفاع کې نسب شي، په کار ده چې حد اقل د قد دوه برابره لیرې ترې کټاره یا جال تاو شي، په داسې حال کې چې په ډېری ځایونو کې دا فاصله نه ده مراعت شوي. د هوا د جریاناتو په وخت کې د جال سره لګېدونکی د باد سرعت او نسبتي رطوبت وړاندې له دې چې په نورمال حالت کې یې ارقام درج شي، د نسبتبی رطوبت او باد سرعت په ارقامو کې ځای پر ځای شوي موانع تغیر راولي.

څېرندود

د څېړنې لاندې ساحه

د څېړنې لاندې ساحه د تڼیو په ولسوالي، خوست ولایت کې موقعیت لري (شکل -1،2). خوست د افغانستان د 34 ولایتونو څخه یو هغه ولایت دی، چې د هېواد په سوېل ختیځ کې موقعیت لري، چې د طول البلد د 69 درجې 39 دقیقې 58 ثانیې او شمالي عرض البلد د 33 درجې 5 دقیقې او 24 ثانیې په کرښه کې پروت دی. د پژواک خبري اژانس د مالوماتو په اساس د خوست ولایت شمال او لویدیځ ته یې د پکتیا ولایت، سوېل ته یې د پکتیکا ولایت او ډېورنډ کرښې هاخوا پښتانه قبایل، سیدګي او وزیر قومونه، ختیځ لوري ته یې شمالي وزیرستان او کورمه ایجنسی ده.
که څه هم خوست د غرونو په منځ کې پروت ولایت دی، خو تر څنګ یې د کرنې لپاره مناسبې او وړ ځمکې هم لري. د خوست غرونه، د سون لرګیو تولیدوونکو ونو تر څنګ مېوه لرونکې ونې هم لري لکه، څنغوزي (جلغوزي)، څېړۍ، ښوون (زیتون) ګورګورې، مزرې، چهارمغز او داسې نور. ددې ولایت په کرنیزو ځمکو کې جوار، غنم، وریجې، مم پلې او سبزیجات ښه حاصل ورکوي. غنم معمولاً د لړم د میاشتې له وروستی اونی وروسته کرل کیږي، په داسې حال کې چې جوار او وریجې د اوړي په موسم کرل کیږي (E. Wali, Datta, Shrestha, & Shrestha, 2016). د څېړنې لاندې ساحه 158.94 ha هکتاره ځمکه ده.



شکل-1: د څېړنې لاندې ساحه (د خوست ولایت د تنیو په ولسوالي کې د ورژلې سیمه کې د اوبو حوزه، د افغانستان جنوب ختیځ لوری).

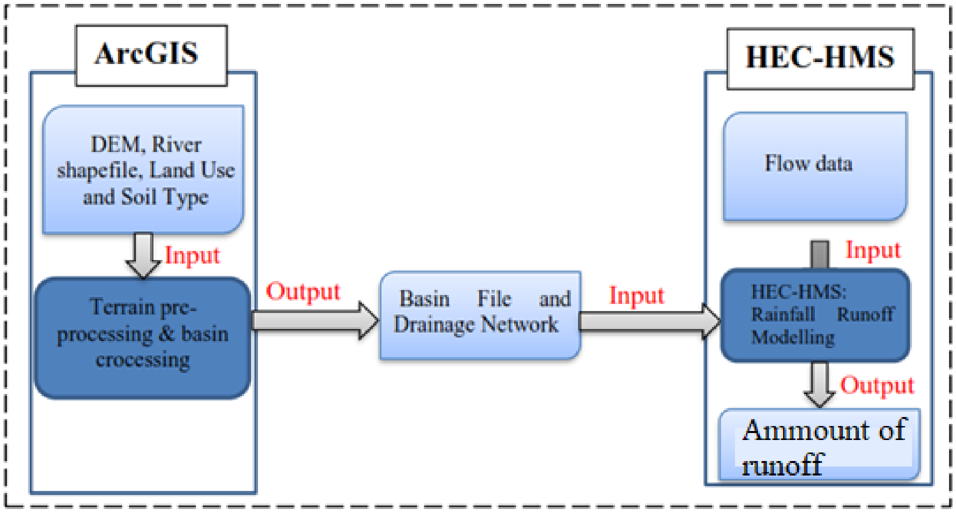
شکل-2: د څېړنې لاندې ساحې تصویرونه. د اوبو په دغه حوزې د رغولو چارې د TLO موسسې له لوري پر مخ وړل کیږي.

زمونږ د څېړنې په اساس 50.34 ha، 48.35 ha، 5.18 ha، 54.96، 3.03 ha او 1.17 ha هکتاره ساحه په ترتیب سره سرلوڅو خاورو، ځنګلونو، اوبو، طبعي وابنو، کرنې او د استوګنې ځایونو نیولې ده.
په دې مقاله کې د هایډرولوژیکي موډلونو، د جغرافیوي معلوماتي سیستم او ریموټ سینسینګ (Remote sensing) تحنیکونو څخه په استفادې سره د څېړنې لاندې ساحه کې د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو جریان مطالعه شوی دی. په داسې ډول سره چې لومړی مو د جغرافیوي معلوماتي سیستم په واسطه سره د اوبو د حوزې فضایي بنودنه او تحلیل ترسره کړ. د ځمکې د پوښښ، میلان، د خاورې ذرات او د باران اندازه د ArcGIS او Eardas څخه په استفادې سره مالوم کړل او د نقشې په بڼه مو وښودل. فضایي او غیر فضایي دواړه ډوله ارقام کارول شوي دي (جدول-1). علاوه پردې جغرافیوي مالوماتي سیستم مو د باران او CN مالوماتو څخه په استفادې سره د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو د اندازه کولو لپاره هم وکارولو.

جدول-1: هغه ارقام او مالومات چې په دې څېړنه کې کارول شوي دي

د مالوماتو ډول	د مالوماتو شرحه	د مالوماتو منبع
د بحر د سطحې څخه د لوړوالي ډیجیټل موډل (Digital elevation model)	په Arc Grid فارمټ کې چې هر فیکسل یې د ځمکې پر مخ له $156.25\ m^2$ متر مربع څخه نماینده ګي کوي	د USGS الاسکا بریښنایي پاڼې څخه، چې ارقام یې د ALOS مصنوعي سپوږمکۍ په مرسته راټول شوي دي
د خاورې د ډولونو ارقام	د خاورې د پورتنی طبقې څخه 23 نمونې اخیستل شوي دي	دا نمونې د اوبو د حوزې له داخل او خارج برخې څخه راټولې شوي دي
د ځمکې پوښښ	د تصویر R.G.B او NIR بنډونه کارول شوي دي. هر فیکسل یې د ځمکې پر مخه له $100\ m^2$ متر مربع څخه نماینده ګي کوي	Sentinel-2 satellite data
باران	د 2020 م کال ورځني ارقام	NASA-POWER project

په دوهم قدم کې د جغرافیوي فضایي د هایډرولوژي موډلونو (Geospatial hydrologic models) څخه د اوبو په حوزه کې د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو د وړاندوینې لپاره ګټه پورته شوې ده. ذکر شوي موډلونه عبارت دي له HEC-GeoHMS او HEC-HMS څخه. HEC-GeoHMS د هایډرولوژیکي موډلونو د کار د اجرا لپاره یو ښه موډل دی(Ammar, Riksen, Ouessar, & Ritsema, 2016). مونږ نوموړی کمپیوټری پروګرام د خاورې د انخنا شمارې (CN) پیدا کولو لپاره کارولی دی. په دریم قدم کې د Sentinel-2 مصنوعي سپوږمکۍ په واسطه د وخت د سلسلې (Time series) مالومات د 2020م کال لپاره پیدا او کارول شوي دي. د ټول ټال 41 تصویرونو R,G,B او NIR بنډونو څخه په دې څېړنه کې کار اخیستل شوی دی. د همدې تصویرونو څخه مو د نباتي پوښښ انډېکس (NDVI) د وخت سلسله جوړه کړه. د NDVI د وخت سلسلې څخه په استفادې سره مو د څېړنې لاندې ساحې لپاره د ځمکې د پوښښ (Land use) نقشه جوړه کړه. د ځمکې د پوښښ نقشه دا راته ښایي چې د ځمکې پر مخ کوم فعالیت ترسره کیږي یا د ځمکې مخ د څه شي په واسطه پوښل شوی دی. ددې څېړنې کړنلاره په ګرافیکي بڼه په (شکل-3) کې ښودل شوې ده.

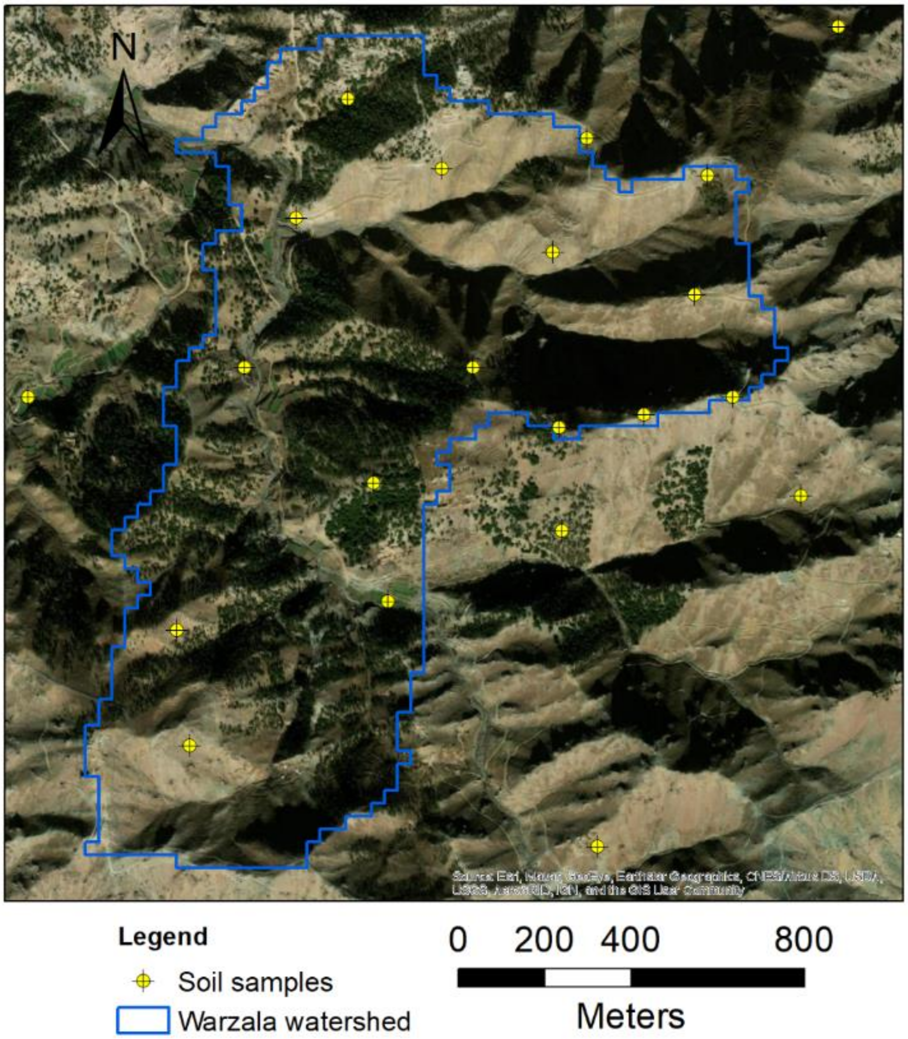


شکل-3: د ځمکي پر مخ بهيدونکو اوبو د وړاندوينې لپاره په ګرافيکي بڼه د کړنلارې ښودل

د ارقامو تیارول او پروسس کول

د خاورې نقشه

د SCS-CN میتود په کارولو سره سره د خاورې د انخنا شمارې (soil curve number) د محاسبه کولو لپاره د خاورې هایدرولوژیکي ګروپونه، د ځمکې د پوښښ او د ځمکې د توپوګرافي مالومات اړین دي. نو ددې موخې په خاطر مو د څېړنې لاندې ساحې څخه د خاورې د پورتنۍ طبقې څخه 23 نمونې واخیستې (شکل-4). د خاورو د نمونو څخه مو د خاورې د ذراتو ګروپونه مالوم کړل. د سیلټ، شګلنو او متینو خاورو د پېژندلو لپاره د خاورې نمونې د مختلفو اندازو لرونکو غلبلونو (sieves) څخه چڼ شوې. لومړی مو د USDA مثلث د خاورو ذراتو د ګروپونو پېژندلو لپاره وکارولو. په دوهم قدم کې مو د SoLIM کمپیوټري پوستکالي څخه په استفادې سره د خاورې د ذراتو کلاسونو ډیجیټل نقشه جوړه کړه. SoLIM یو کمپیوټري پوستکالی (Software) دی او په ډیجیټل بڼه د خاورې د کلاسونو د سرحداتو ټاکلو لپاره کارول کیږي (A X Zhu, Band, Vertessy, & Dutton, 1997; A Xing Zhu, 2000; A Xing Zhu & Band, 1994). یاد پوستکالی چې د خاورو د عنعنوي سروې په عوض د کار د اسانتیا او ښه والي په منظور جوړ شوی دی، د جغرافیوي مالوماتي سیستم په اډانه کې د Fuzzy logic او د خاورې د ماهر پوهې د یو ځای کولو په نتیجه کې د خاورې د کلاس سرحد ټاکي (A Xing Zhu, Hudson, Burt, Lubich, & Simonson, 2001).



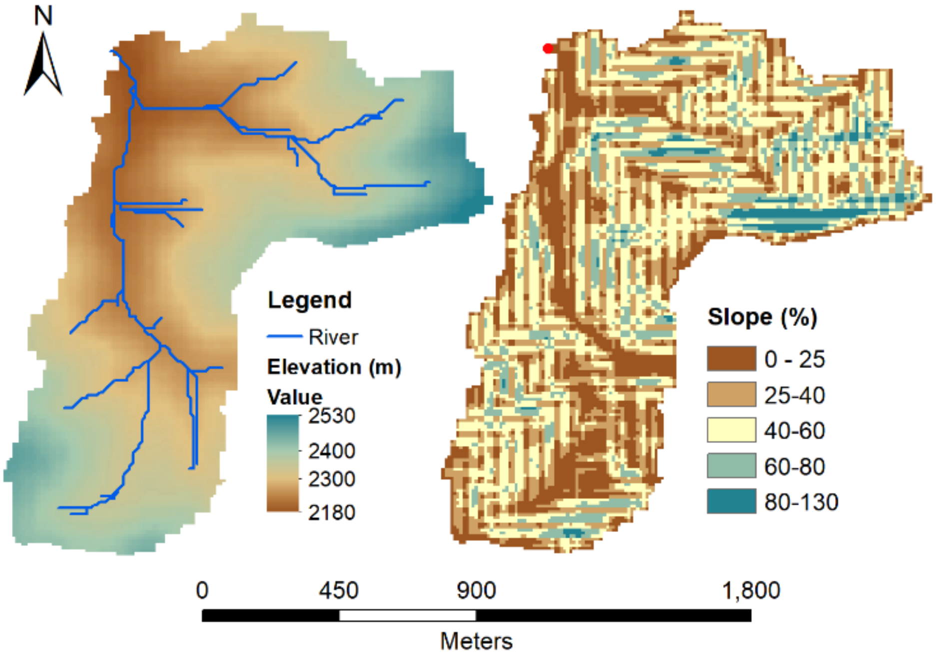
شکل-4: د خاورې د نمونو موقعیتونه. ژیړ رنګ کې ښودونکو نقاطو څخه د خاورې نمونې راټولې شوې دي

د ځمکې د پوښښ نقشه

په دې څېړنه کې مو د نباتبي پوښښ انډېکس (Normalized Difference Vegetation Index) چې د لنډیز لپاره ورته NDVI کارول کیږي، د وخت سلسله د مصنوعي سپوږمکی په واسطه د 41 اخیستل شوو تصویرونو په مرسته ترتیب کړه. دا تصویرونه د Sentinel-2 مصنوعي سپوږمکی په واسطه اخیستل کیږي. مونږ د 2019 کال د ډېسمبر د میاشتې څخه نیولې تر 2020 کال د ډېسمبر تر میاستې پورې اخیستل شوو تصویرونو څخه ګټه پورته کړېده. د NDVI ټول 41 تصویرونو باندې مو د K-mean الګوریتم تطبیق کړ. ددې کار په نتیجه کې مو داسې یو تصویر ترلاسه کړ چې په 100 مختلفو کلاسونو باندې ویشل شوی و. د هر کلاس ارقام مو د وخت د ټولې سلسلې مطابق په ګرافیکي بڼه عیار کړل تر څو هغه کلاسونه چې ورته Digital signature یې درلودلو پیدا او سره یو ځای کړل. د زیاتو مالوماتو لپاره Campbell and Wynne, 2011 ته مراجعه وکړی. د ورته کلاسونو د یو ځای کولو څخه وروسته په دې وتوانیدو چې د څېړنې لاندې ساحه کې شپږ د ځمکې د پوښښ کلاسونه پیدا او د نقشې په بڼه وښایو (شکل-9). د مصنوعي سپوږمکی په واسطه د اخیستل شوو تصویرونو په واسطه د ځمکې پر مخ د کرل شوو نباتاتو پیژندل او ګروپ کولو په مورد د زیاتو مالوماتو لپاره زمونږ پخوانی نشر شوې څېړنې (Emal Wali, Tasumi, Shinohara, & Takeshita, 2019) ته مراجعه وکړی.

د ځمکې میلان

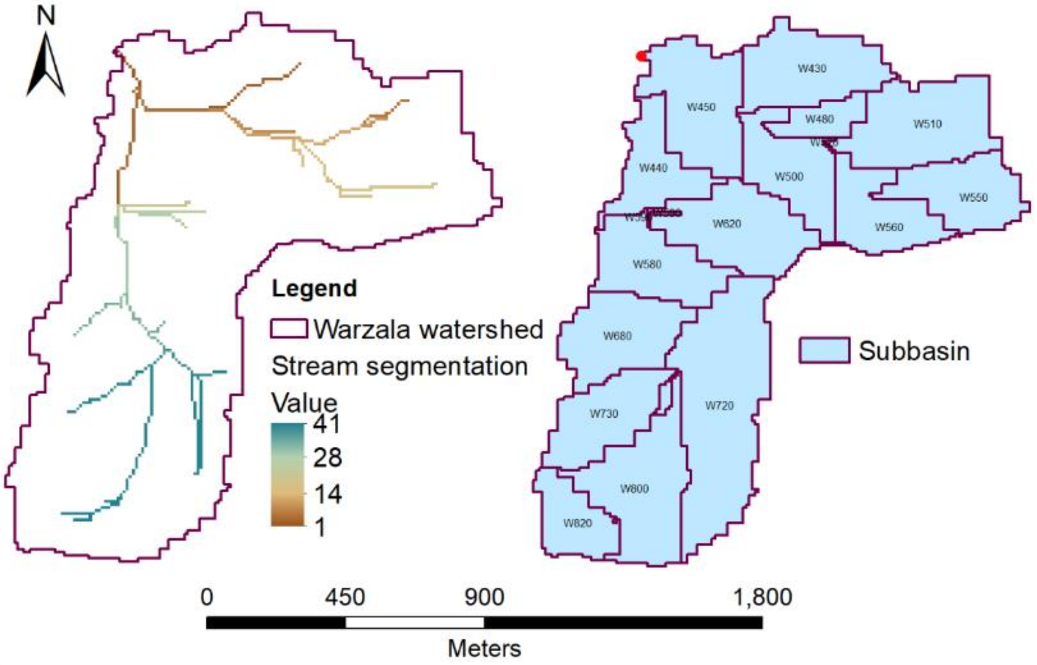
د ښېرني لاندې ساحې د میلان د نقشې جوړولو په موخه مو د داسې DEM څخه ګټه پورته کړه چې هر کوچنی واحد (Pixel) یې د ځمکې پر مخ 12.5x12.5 m متره ځای نیسي. د ځمکې دمیلان مالومات د اوبو د سمت په مالومولو او د اوبو د حوزې څخه د اوبود وتلو لارې په پیدا کولو کې مرسته کوي. شکل-5 د ښېرني لاندې ساحې DEM او میلان مالومات د نقشې په بڼه ښودل شوي دي.



شکل-5: د ښېرني لاندې ساحې د بحر د سطحې څخه د لوړوالي او میلان مالومات

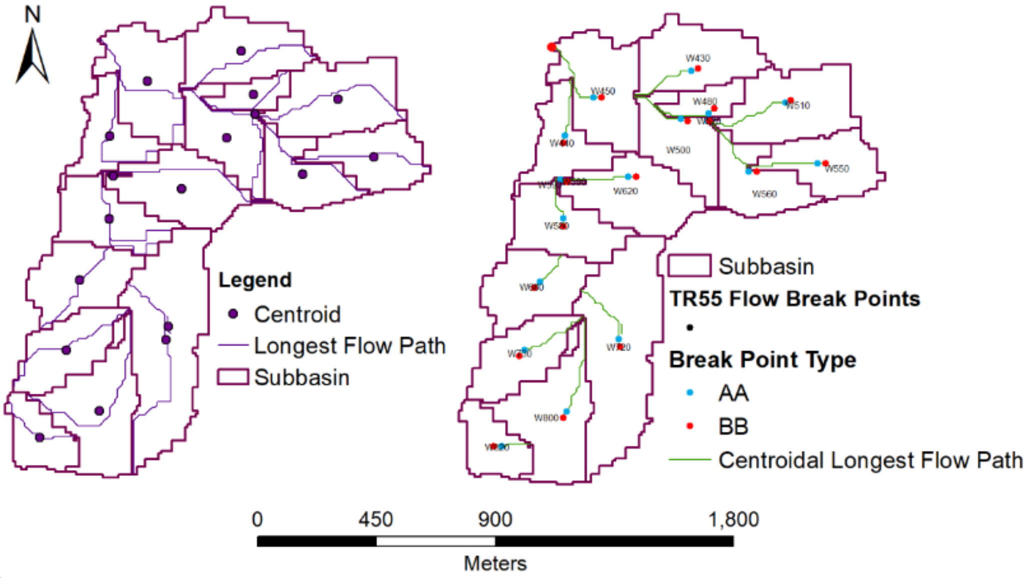
د مطالعې لاندې ساحې د اراضي مالوماتو پروسس کول

د اراضي مالوماتو په پروسس کولو کې د اوبو د حوزې د سرحداتو او داسې نورو مواردو انځورول شامل دي. دلته یو ځل بیا د بحر د سطحې څخه د لوړوالي مالوماتو څخه ګټه پورته شوې ده. په کمپیوټر کې د هایدرولوژۍ د برخې پوستکالي څخه په استفادې سره د اراضي ترسیمول د دوه دقیقو څخه نیولې تر څو ساعتونو پورې وخت نیسي. دا وخت د مطالعې لاندې ساحې په لویوالي، کوچنیوالي او همدا شان هغه پروسه چې تر سره کوو یې، پورې اړه لري. د لا زیاتو مالوماتو لپاره چې د اراضي ترسیمول څخه ډول تر سره کېږي کولای شې چې د HEC-GeoHMS د پروسس کولو لارښود (US Army Corps of Engineers, 2013) ته مراجعه وکړی. د اراضي په پروسس کولو کې د یو نه ډېر فکتورونه شامل دي چې عبارت دي له د ځمکې د سطحې څخه د لوړوالي موډل بیا ترتیب، د لوړو ژورو ډکونه، د اوبو د حرکت لوری، د اوبو د غونډېدو نقطې، د نهرونو او کوچنیو ویالو ترسیمول، د اوبو فرعي حوزې، د اوبو د بهیدو تر ټولو اوږده لار، د اوبو د فرعي حوزې مرکزي نقطه، د پیل د نقطې څخه د غونډېدو نقطې پورې د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو د حرکت وخت (TR 55 methodology) او د هایډرولوژیکي سمبولونو په مرسته د اوبو سرچینې، ذخیرې، د دوو فرعي حوزو هغه نقطه چې اوبه د یوې حوزې څخه بلې ته بهیږي او داسې نورو ښودلو څخه. د مطالعې لاندې ساحې لپاره یاد ټول فکتورونه ترتیب شوي دي (شکل-6,7,8). د همدې هایډرولوژیکي فکتورونو په مرسته کولای شو چې د باران څخه وروسته د ځمکې پر مخ د اوبو حرکت د یوې نقطې څخه بلې نقطې ته محاسبه کړو. ددې کار د ترسره کولو لپاره مختلفې کړنلارې شتون لري. مونږ په دې ښېرنه کې د CN Lag Method څخه ګټه پورته کړې ده. په دې روش کې د دوه نقطو تر منځ د اوبو د بهیدو تر منځ فاصلې، د خاورې انحنا شمارې (CN) او د اوبو د حوزې د میلان په اساس محاسبه ترسره کیږي. په دې هکله د زیاتو مالوماتو لپاره (Abdulkareem, Pradhan, Sulaiman, & Jamil, 2019; S.K. Mishra, 2013) سرچینو ته مراجعه وکړی.



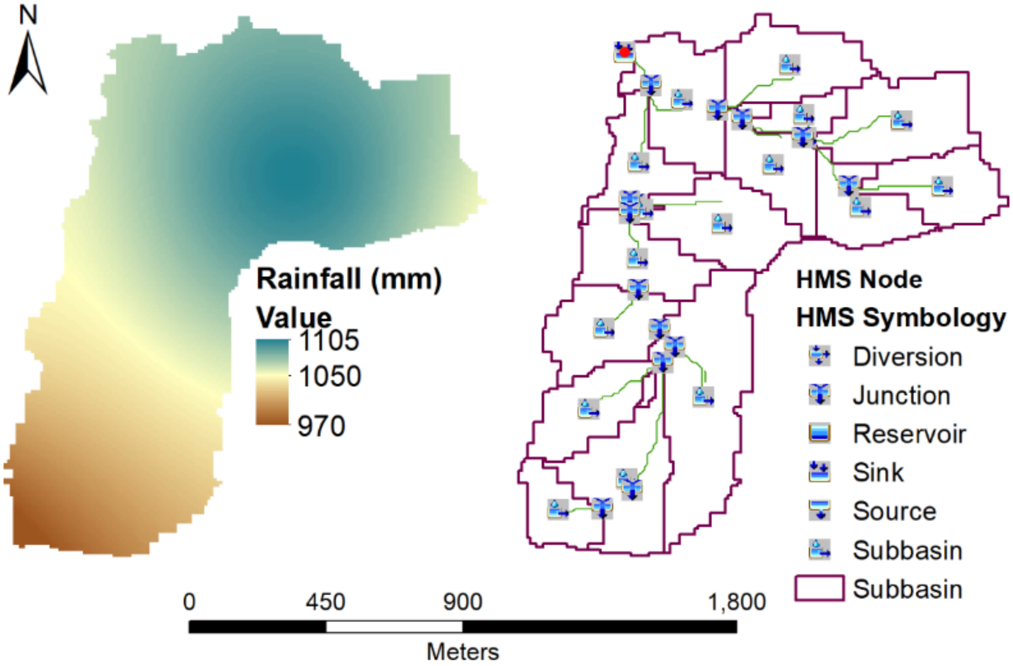
شکل-6: د نهرونو او کوچنيو ويالو برخې. د همدې کوچنيو برخو په اساس يوه فرعي حوزه د بلې څخه جدا کيږي (چپ لوري ته) او د مطالعې لاندې ساحه د نهرونو د برخو په اساس پر 17 فرعي حوزو باندې ويشل شوي ده (ښي لورى).

د اوبو په حوزه کې د باران څخه وروسته د بهيدونکو اوبو د وخت محاسبه د TR-55 methodology په نظر کې نيولو سره ترسره شوي ده. ددې په مرسته د اوبو په حوزه کې د بهيدونکو اوبو حرکت په سطحې، لږ غونډې ژور او په ويالو کې د اوبو حرکت باندې ويشل کيږي. د اوبو ابتدايي او سطحي جريان تر منځ فاصله په AA او د سطحي او په ويالو کې د اوبو جريان تر منځ فاصله په BB سره ښودل شوي ده (شکل-7).



شکل-7: په هره فرعي حوزه کې د اوبو د بهيدو تر ټولو اوږده لار او د فرعي حوزې مرکزي نقطه (*) (چپ لوري ته) او د TR 55 methodology نتيجه (ښي لورى).

د HEC-GeoHMS کار تقریباً پای ته رسیږي. په ورستی مرحله کې ټول ارقام او مالومات د HEC-HMS فارمټ ته تبدیلیږي. کاروونکي ته په کار دي چې د HEC-GeoHMS په واسطه جوړې شوي نقشې د HMS واحداتو ته تبدیل کړي. د هرې مرحلې د اجرا لپاره یا Merwade, 2012 او یا هم د U.S. Army Corps of Engineers, 2013 لارښوونو ته مراجعه وکړی. د هایډرولوژي اړونده سمبولونه او د اوربښت اندازه په شکل-8 کې ښودل شوي دي.



شکل-8: د مطالعې لاندې ساحه کې د اوبو فرعي حوزه او په هره حوزه کې د هایډرولوژیکي موډل سمبولونه (ښی لوری) او د 2020 کال په موده کې د باران اندازه (چپ لوری).

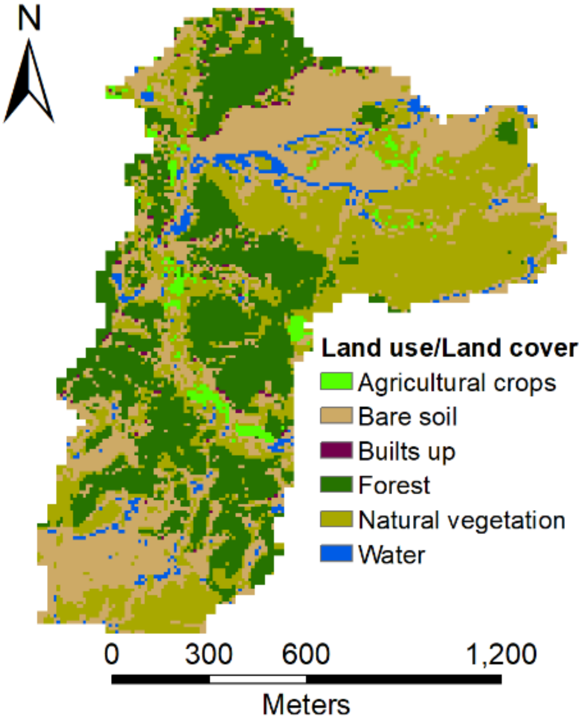
د خاورې د انحنا شمارې (Soil curve number)

د هایډرولوژي د برخې ماهرین د اوربښت څخه وروسته د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو مطالعه کولو په خاطر د ډول ډول موخو لپاره په فکر کې وي. د بېلګې په ډول د ساختمان ډیزاین، د پلان شوي پروژې د پیل څخه وړاندې د اراضي په هکله مالومات، د چاپیریالي اغیزو ارزونه او داسې نور (Simanton, Hawkins, Mohseni-Saravi, & Renard, 1996). CN یو هایډرولوژیکي فکتور دی. د اوبو په حوزه کې د باران څخه وروسته د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو د اندازې په مالومولو کې تری ګټه پورته کیږي. فضایي جغرافیوي او هایډرولوژیکي موډل HEC-GeoHMS او ArcGIS مو د اوبو په حوزه کې د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو د وړاندوینې په منظور کارولي دي. یاد موډل د اوبو په حوزه کې د بهیدونکو اوبو د اندازې وړاندوینې لپاره یو غوره موډل دی (Ammar et al., 2016). مونږ د CN شمارې د HEC-GeoHMS په اډانه کې د خاورې د هایډرولوژیکي ګروپونو، د ځمکې د پوښښ او د ځمکې د میلان په نظر کې نیولو سره مالومې کړیدي. د خاورې د هایډرولوژیکي ګروپ ټاکلو لپاره د خاورې د ذراتو مالوماتو څخه استفاده شوي ده (شکل-10). د CN د لاسته راوړلو لپاره د لا زیاتو مالوماتو لپاره د Mockus & Hjelmfelt, 2004 له لوري نشر شوي څېړنیزې مقالې ته مراجعه وکړی. په 11 شکل ښي لوري ته د یو کال په موده کې د مجموعي باران څخه د ځمکې پر مخ د مجموعي بهیدونکو اوبو اندازه مطالعه کولای شی. په دې تحلیل کې وخت او د باران شدت په نظر کې نه دي نیول شوی. ځکه چې د بهیدونکو اوبو اندازه (Q) د باران (P) د 0 او تر ټولو لوړې اندازې پورې اړه لري (Ponce & Hawkins, 1996 او Mahmoud & Tang, 2015). د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو مالومولو لپاره دوه عمده میتودونه په نظر کې نیول کیږي. لومړی یو یې د هر ځل اوربښت لپاره محاسبه کیږي چې د event runoff په نوم سره هم یادیږي. دا د باران هغه اندازه اوبه دي چې د باران په جریان کې په مستقیم ډول د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو باندې بدلیږي. په دې کې کیدای شي چې د نبات د پاڼو او ځمکې د سطحې څخه د اوبو تبخیر، د باران شدت او داسې نور هم په نظر کې ونیول شي. په دوهم ډول کې یې د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو کالنی اندازه په نظر کې نیول

کیږي. دا ډول د Annual runoff په نوم سره یادیږي. په دې څېړنه کې د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو کالنی اندازه د اورښت د اندازې (شکل-8) او CN په نظر کې نیولو سره محاسبه شوې ده.

نتیجه او بحث

د جغرافیوي مالوماتي سیستم په مرسته کولای شو چې فضایي مالومات تجزیه او تحلیل کړو. د همدې سیستم، Remote sensing او د هایډرولوژیکي موډلونو څخه په استفادې سره کولای شو چې په مختلفو مواردو کې د تصمیم نیولو په خاطر ګټه پورته کړو. د بېلګې په ډول علاوه د ځمکې پر مخ بهیدونکو اوبو تحلیل څخه کولای شو د ځمکې د وړتیا ارزونه، د باران اوبو د راټولولو لپاره فزیکي ساختمانونو د جوړولو په منظور د ځمکې تر ټولو ښه، مناسب او نامناسب جغرافیوي موقعیتونو مالومولو او داسې نورو لپاره تري ګټه پورته کړو. زمونږ ددې کار لومړی نتیجه د څېړنې لاندې ساحې لپاره د ځمکې د پوښښ مالوماتو نقشه ده (شکل-9).

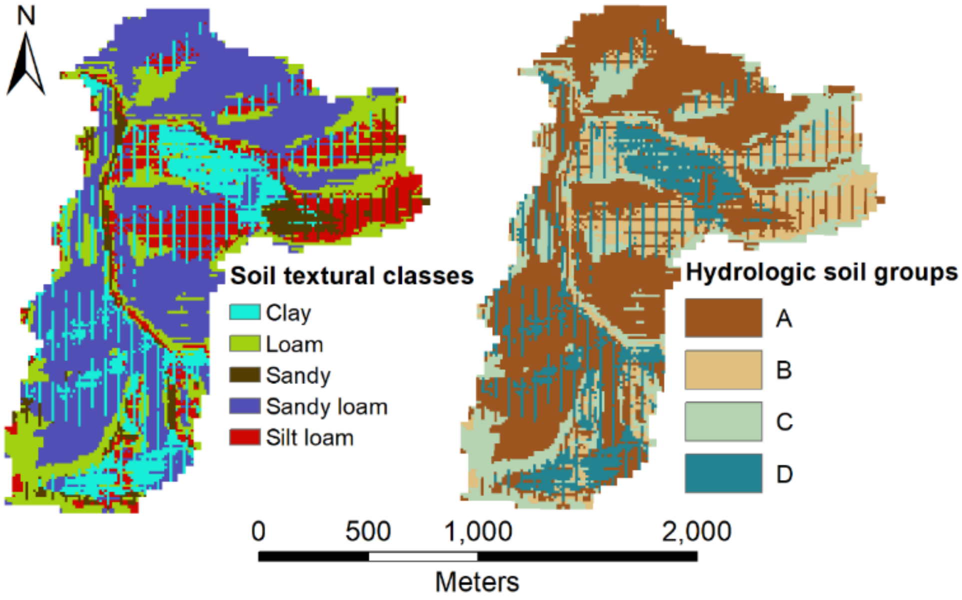


شکل-9: د څېړنې لاندې ساحه کې د ځمکنې پوښښ مالومات

د نهم شکل څخه مالومیږي چې د څېړنې لاندې ساحه د ځمکې د پوښښ شپږ عمده کلاسونه شتون لري. د نهم شکل دقیق والی او صحت د Confusion matrix په کارولو سره ترسره شوی دی. د یاد میتریکس پایله ښایي چې په نهم شکل کې د وړاندې شوو مالوماتو مجموعي صحیح والی 97.3 سلنه دی. د ارزولو روش چې دلته ورڅخه یادونه شوې ده پوره جزیات کولای شې چې زمون پخوانی په نشر رسیدلي څېړنه (Emal Wali, Tasumi, Shinohara, & Takeshita, 2019) کې مطالعه کړی. لکه وړاندې چې هم ورڅخه یادونه شوې ده چې د CN د پیدا کولو لپاره د خاورې هایډرولوژیکي ګروپونه، د ځمکې پوښښ او د ځمکې د میلان مالومات اړین دي. د خاورې هایډرولوژیکي ګروپونو د پیدا کولو لپاره مو د ساحې څخه د خاورې د نمونو څخه لاسته راغلو مالوماتو په اساس یو ځل د خاورې د ذراتو په هکله مالومات تر لاسه کړل او بیا مو د خاورې د ذراتو په اساس د خاورې هایډرولوژیکي ګروپونه وټاکل (شکل-10). زمونږ د څېړنې لاندې ساحه کې 5 د خاورې د ذراتو کلاسونه وپیژندل شول. دا چې هر کلاس د ځمکې د مخ څومره ځای نیولی دی په دوهم جدول کې یې مطالعه کولای شی.

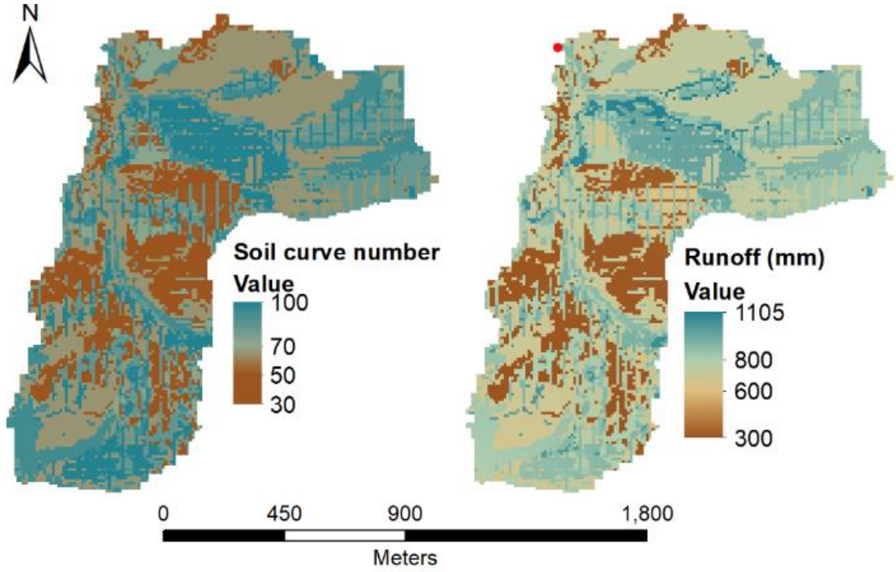
جدول-2: هغه ساحه چې د خاورې د هایډرولوژیکي ګروپونو او د خاورې د ذراتو کلاسونو اشغال کړې ده

د خاورې د ذراتو کلاسونه	ساحه (هکتار)	د خاورې هایډرولوژیکي ګروپونه	ساحه (هکتار)
clay	27.34	A	79.26
loam	31.75	B	20.70
sandy	8.76	C	31.65
sandy loam	70.39	D	27.33
silt loam	20.71		



شکل-10: د خاورې د ذراتو سرحدونه په ډیجیټل بڼه د نقشې پر مخ ښودل شوي دي (چپ لورى) او په ورتـه ډول د خـاورې هایډرولوژکي ګروپونه ښودل شوي دي (ښى لورى).

10 او 9 شکل تـه پـه کتو سره ویلـى شو چـې د خـاورې د کلاسونو لـه (Loam او Silt loam) ډېره برخـه پـه هغه ساحـه کې راغلي ده چېرته چې ځنګلونه موقعیت لري. ددې مانا دا ده چې د ځنګلونو پـه وجه خاورې کافي اندازه سره اصلاح شوي دي. د سرلوڅو ځمکو په ساحه کې د خاورو ډېره برخه شګلني خـاورې (Sandy soils) دي. دا هغه ډول خـاورې دي چې د تخریب پر وړاندې ډېرې حساسي دي او د باران په واسطه په اسانى سره تخرېبېږي. په یوولسم شکل د خـاورې د انحنا شمارې (CN) او د ځمکې پر مخ د بهیدونکو اوبو تحمین شوي اندازه مطالعه کولاى شى.



شکل-11: د خاورې د انحنا شمارې د نقشې په ډول ښودل شوي دي (چپ لورى) او د يو کال په موده کې د ځمکې پر بهيدونکو اوبو تخمين شوي اندازه (ښى لورى).

د CN نقشې په هر Pixel کې د خاورې د انحنا شماره (soil curve number) ښودل شوي ده. دغه مهم فکټور دځمکې د هر واحد لپاره له 30 څخه تر 100 پورې شمارې اخلي. هغه ځايونه چې 100 ته نږدې شماره واخلي په دې مانا سره ده چې د ځمکې نومورې واحد کې د باران څخه وروسته بهيدونکې اوبه تقريباً ټولې د ځمکې پر مخ بهيږي او هغه ځايونه چې 30 شماره واخلي په دې مانا چې د بهيدونکو اوبو 30 سلنه د ځمکې پر مخ بهيږي او پاتې 70 برخې اوبه په خاوره کې پاتې کيږي. زمونږ تحليل دا په ګوته کوي چې په هغه ځايونو کې چې ځنګلونه شتون لري، د ځمکې پر مخ د بهيدونکو اوبو اندازه کمه ده نسبت سرلوڅو او هغه ځمکو ته چې په طبعي واښو باندې پوښل شوي دي.

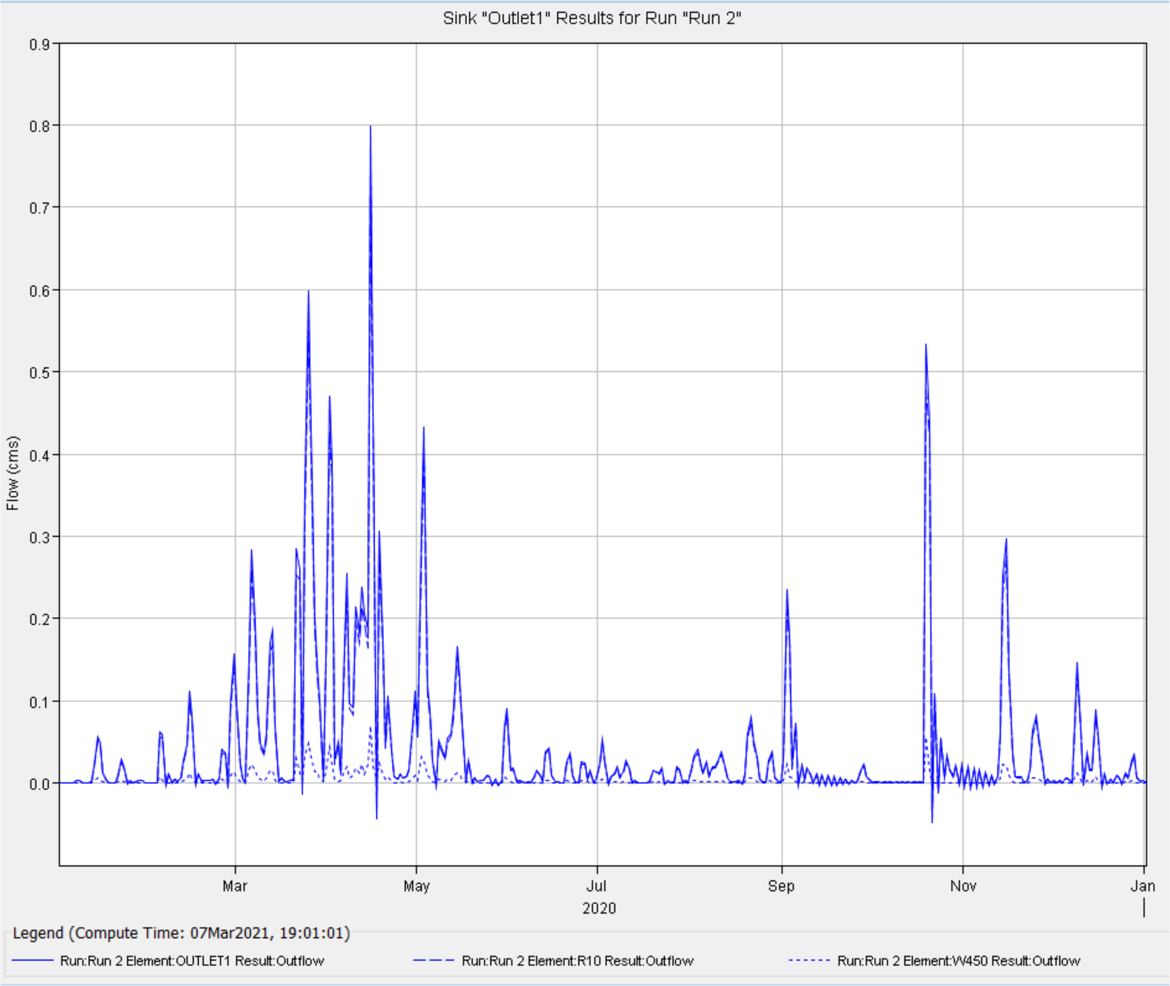
د CN او نوره اړونده مالوماتو لکه د باران اندازه، او داسې نورو په واسطه وتوانيدو چې د اوبو د حوزې څخه د خارجيدونکو اوبو اندازه د ټولې حوزې او فرعي حوزو لپاره مالومه کړو. دريم جدول کې د اوبو د هرې فرعي حوزې څخه او همدا شان د ټولې حوزې څخه د خارجيدونکو اوبو اندازه او هغه وختونه چې په هغه کې د کال په اوږدو کې په نسبي ډول زياتې اوبه خارجيږي، ښودل شوي دي.

جدول-3: د اوبو د هرې فرعي حوزې څخه د خارجيدونکو اوبو اندازه او د 2020 کال په موده کې د هغې جزيات

د اوبو فرعي حوزه	د فرعي حوزې ساحه(Km^2)	د اوبو د خارجيدو لوړه اندازه (M^3/s)	په لوړه اندازه د خارجيدو وخت	د اوبو حجم (M^3)
R160	0.1079	0.1	15Apr2020	100.8
R400	0.053	0	15Apr2020	54.4
R370	0.053	0	15Apr2020	55.4
R300	0.2557	0.2	15Apr2020	252.8
R290	0.2557	0.2	15Apr2020	257.8
R260	0.4655	0.3	15Apr2020	457
R230	0.559	0.3	15Apr2020	546

552.7	15Apr2020	0.3	0.559	R200
741.2	15Apr2020	0.4	0.7546	R150
80.8	15Apr2020	0	0.0795	R120
275.3	15Apr2020	0.2	0.271	R90
281.7	15Apr2020	0.2	0.2711	R80
315.3	15Apr2020	0.2	0.3018	R40
497.6	15Apr2020	0.3	0.4843	R20
1310.1	15Apr2020	0.7	1.3072	R10
110.9	15Apr2020	0.1	0.1112	W450
1421	15Apr2020	0.8	1.4184	Outlet1

په دریم جدول کې د اوبو د فرعي حوزي د نومونو په هکله مالومات له 8 شکل څخه تر لاسه کولای شی.



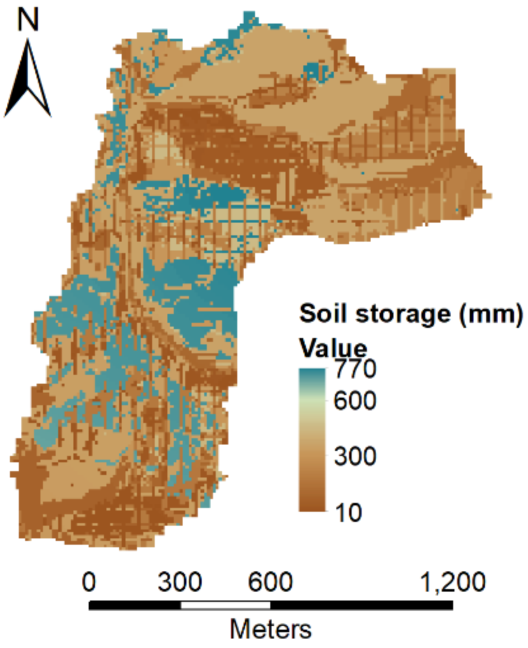
شکل-12: د 2020 کال په جریان کې د اوبو د حوزي څخه د خارجیدونکو اوبو اندازه په گرافیکي بڼه

په هره فرعي حوزه کې د اوبو د بهيدو وخت محاسبه کولو لپاره د دوه کالونو په جريان کې د 24 ساعته باران اندازې اضافي مالوماتو ته اړتيا ده. دا محاسبه په جدا Excel پاڼه کې ترسره شوي ده. دا وخت هغه وخت دی چې د اوبو د حوزې او يا د فرعي حوزې د هرې نقطې څخه د باران اوبه تر وتلو نقطې پورې خومره وخت نيسي. څلورم جدول کې دا ډول محاسبه ترسره شوي ده.

جدول-4: په فرعي حوزو کې د باران د اوبو حرکت د وخت محاسبه د TR-55 ميتود په اساس تر سره شوي ده

Worksheet for computation of time of travel according to TR-55 methodology																	
Blue - GIS defined, Green - user specified, White and yellow - calculated, Red - final result																	
Watershed Name	**W430**	**W440**	**W450**	**W480**	**W500**	**W510**	**W520**	**W550**	**W560**	**W580**	**W590**	**W620**	**W680**	**W720**	**W730**	**W800**	**W820**
Watershed ID	**43**	**44**	**45**	**48**	**50**	**51**	**52**	**55**	**56**	**58**	**59**	**62**	**68**	**72**	**73**	**80**	**82**
Sheet Flow Characteristics																	
Manning's Roughness Coefficient	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
Flow Length (ft)	1179	1300	1319	619	1735	1190	16.4	1007	1057	1238	315	1385	969	2127	1074	1409	787
Two-Year 24-hour Rainfall (in)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.15	0.12	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Land Slope (ft/ft)	0.34	0.21	0.26	0.42	0.32	0.38	0.32	0.37	0.47	0.29	0.29	0.33	0.41	0.27	0.35	0.27	0.31
Sheet Flow Tt (hr)	2.96	3.94	3.63	1.62	4.12	2.86	0.10	2.56	2.40	3.32	0.98	3.44	2.40	5.37	2.80	3.91	2.35
Shallow Concentrated Flow Characteristics																	
Surface Description (1 - unpaved, 2 - paved)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Flow Length (ft)	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-16	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100	-100
Watercourse Slope (ft/ft)	0.2	0.07	0.16	0.56	0.26	0.2	0	0.39	0.39	0.07	0.13	0.39	0.46	0.23	0.33	0	0.39
Average Velocity - computed (ft/s)	7.16	4.13	6.53	12.05	8.27	7.16	7.12	10.12	10.12	4.13	5.84	10.12	10.93	7.73	9.24	8.12	10.12
Shallow Concentrated Flow Tt (hr)	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Channel Flow Characterisitics																	
Cross-sectional Flow Area (ft2)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Wetted Perimeter (ft)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Hydraulic Radius - computed (ft)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Channel Slope (ft/ft)	0.2	0.06	0.07	0.24	0.15	0.25	0	0.32	0.23	0.07	0.09	0.29	0.29	0.09	0.27	0.16	0.27
Manning's Roughness Coefficient	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Average Velocity - computed (ft/s)	22.4	12.5	13.0	24.4	19.1	25.0	20.1	28.2	23.9	13.6	14.7	26.8	26.5	15.1	25.6	19.7	25.9
Flow Length (ft)	966	886	1050	830	795	1202	16.4	1007	960	658	150	947	575	990	1058	1350	469
Channel Flow Tt (hr)	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
Watershed Time of travel (hr)	**2.97**	**3.96**	**3.65**	**1.63**	**4.13**	**2.87**	**0.10**	**2.57**	**2.40**	**3.33**	**0.98**	**3.45**	**2.40**	**5.39**	**2.81**	**3.93**	**2.36**
Number of watersheds	17																

د يو کال په موده کې د بهيدونکو اوبو اندازه او د فرعي حوزې د هرې نقطې څخه د باران اوبه تر وتلو نقطې پورې د وخت تخمين کولو په پيدا کولو سره کولای شو چې د باران څخه وروسته د هغه مقدار اوبو اندازه چې په خاوره کې پاتې کيږي، هم تخمين کړو. ددې کار لپاره مو د باران د مجموعي اندازې څخه هغه اندازه اوبو منفي کړې دي چې د بهدونکو اوبو په څېر د اوبو د حوزې څخه خارجيږي. دې مالوماتو ته په دیارلسم شکل کې اشاره شوي ده.



شکل-13: د باران د اوبو هغه مقدار چې د 2020 کال په موده کې په خاوره کې پاتې شوي دي

پایله

د اوبو په یوه کوچنۍ حوزه او د هغې په فرعي حوزو کې د 2020 کال په جریان کې د بهیدونکو اوبو اندازه او د اوبو د پیل نقطې څخه تر وتلو نقطې پورې د وخت محاسبه کول په بریالي ډول سره ترسره شول. دا کار د جغرافیوي مالوماتي سیستم په اډانه کې د HEC-GeoHMS موډل په نظر کې نیولو سره اجرا شو. په پیل کې زمونږ فرضیه دا وه چې ایا کولای شو هغه فکتورونه چې د باران څخه وروسته د بهیدونکو اوبو اندازې مالومولو لپاره اړین دي، د افغانستان په شرایطو کې یې ارقام پیدا او پروسس کړو. ددې څېړنې په پایله کې مونږ پر دې پوه شوو چې که څه هم د ځینو تخنیکي ستونزو سره به مخ شو، خو ولې امکان لري چې دې کار ته ادامه ورکړو او په مختلفو کوچنیو او لویو حوزو کې ورته ډول کار ترسره کړو. پر دې باندې هم وپوهیدو چې د اوبو په کوچنیو حوزو کې د بهیدونکو اوبو د مقدار مالومولو په منظور د افغانستان د ځمکې د پوښښ اوسنی نقشه چې د کرنې وزارت له لوري د خوړو او کرنې له نړیوال سازمان (FAO) په همکاری جوړه شوې ده، کارولو موثریت کم دی. ځکه په کوچنیو حوزو کې د ځمکې د پوښښ یاده نقشه د یوې خوا د ځمکې د پوښښ لویې کټګورۍ لري او د بلې خوا یې دقیق والی او صحت کم دی. د بېلګې په ډول په یاده نقشه کې د څېړنې لاندې ساحه د ځنګلونو او طبعي واښو مخلوط کلاس، او ځړ ځایونو په واسطه پوښل شوې ده، په داسې حال کې چې زمونږ له لوري جوړه شوې د ځمکې د پوښښ نقشه کې بل ډول مالومات ځای پر ځای شوې دې. هلته کرنیز نباتات، ځنګلونه، اوبه، طبعي واښه، سرلوڅي خاورې او د اوسیدو ځایونو نیولې ده. زمونږ د څېړنې پایلې په ګوته کوي چې 50.34 ha، 48.35 ha، 5.18 ha، 54.96، 3.03 ha او 1.17 ha هکتاره ساحه په ترتیب سره سرلوڅو خاورو، ځنګلونو، اوبو، طبعي واښو، کرنې او د استوګنې ځایونو نیولې ده. په دې څېړنه کې د اوبو، خاورې او د ځمکنې پوښښ منابعو په هکله د تصمیم نیونې او اداره کولو په خاطر د خوست په ولایت کې د اوبو د یوې حوزې (watershed) د ځانګړتیاوو او ماډل کولو یو سیستم ته پراختیا ورکړل شوې ده. د اوبو د حوزې پنځه مهمو اجزاوو تجزیه او تحلیل په نظر کې نیول شوې دي، چې عبارت دي له: د خاورې د ذراتو کلاسونه، ځمکنی پوښښ، هایډرولوژیکي فکټورونه، د soil curve number (CN)، او د خاورې هایډرولوژیکي ګروپونو څخه. همداشان ددې څېړنې په پایله کې وموندل شوه چې د څېړنې لاندې ساحه کې 27.3 ha، 31.7 ha، 8.7 ha، 70.3 ha او 20.7 ha هکتاره ځمکه په ترتیب سره کلي، لوم، شګلنو، شګلنو لوم او سیلټ لوم خاورو نیولې ده. زمونږ په واسطه پیش بیني شوي ارقام ښایي چې د 2020 کال په جریان کې د څېړنې لاندې اوبو د حوزې د مجموعي اوبو $1754.6\ m^3$ (زره) څخه یې $1421\ m^3$ (زره) اوبه د بهیدونکو اوبو په څېر د اوبو حوزې څخه په وروستی خارجیدونکي برخه (outlet) کې خارجیږي. ددې څېړنې له پایلو څخه جوتیږي چې محاسبه شوي ارقام د اوبو د منابعو مدیرانو، محلي کروندګرو او تصمیم نیوونکو سره د اوبو د حوزې په تحلیل کولو او په پایښت لرونکي بڼه د اوبو حوزې په پلان کولو کې مرسته کولای شي.

یادونه

ددې څېړنې د ترسره کولو لپاره د څېړنې لاندې ساحې څخه د خاورې د ډولونو پېژندلو په خاطر د خاورې نمونې اړینې وې. د خاورو څخه د نمونو په اخیستلو کې د اړیکو دفتر (The Liaison Office) همکاري کړې ده. د دوی له همکاری منندوی یو.

References

Abdulkareem, J. H., Pradhan, B., Sulaiman, W. N. A., & Jamil, N. R. (2019). Development of lag time and time of concentration for a tropical complex catchment under the influence of long-term land use/land cover (LULC) changes. *Arabian Journal of Geosciences*, *12*(3), 1–16. https://doi.org/10.1007/s12517-019-4253-z

Ammar, A., Riksen, M., Ouessar, M., & Ritsema, C. (2016). Identification of suitable sites for rainwater harvesting structures in arid and semi-arid regions: A review. *International Soil and Water Conservation Research*, *4*(2), 108–120.

Campbell, J.B., and Wynne, R.H. (2011): Introduction to remote sensing, The Guilford Press.

Mahmoud, S. H., & Tang, X. (2015). Monitoring prospective sites for rainwater harvesting and stormwater management in the United Kingdom using a GIS-based decision support system. *Environmental Earth Sciences*, *73*(12), 8621–8638.

Merwade, Venkatesh. (2012c). Watershed and Stream Network Delineation Using ArcHydro Tools. White Paper, Purdue University. Accessed August 8, 2014

Mockus, V., & Hjelmfelt, A. T. (2004). Part 630 Hydrology-National Engineering Handbook; Chapter 10 Estimation of direct runoff from stormwater rainfall. USDA. *Natural Resources Conservation Service*.

Ponce, V. M., & Hawkins, R. H. (1996). Runoff curve number: Has it reached maturity? *Journal of Hydrologic Engineering*, *1*(1), 11–19.

Patrick N. Deliman, Carlos E. Ruiz, Roger Holden Glick (1999). Review of Watershed Water Quality Models. U.S. Army Engineer Waterways Experiment Station

Simanton, J. R., Hawkins, R. H., Mohseni-Saravi, M., & Renard, K. G. (1996). Runoff curve number variation with drainage area, Walnut Gulch, Arizona. *Transactions of the ASAE*, *39*(4), 1391–1394.

US Army Corps of Engineers. (2013) HEC-GeoHMS Geospatial Hydrologic Modeling Extension. User's Manual. Version 10.1. Accessed August 8, 2014 http.//www.hec.usace.army.mil/software/hec-geohms/documentation/HEC-GeoHMS_Users_Manual_10.1.pdf.

S.K. Mishra, V. P. S. (2013). *Soil Conservation Service Curve Number (SCS-CN) Methodology*. Springer Science & Business Media.

Wali, E., Datta, A., Shrestha, R. P., & Shrestha, S. (2016). Development of a land suitability model for saffron (Crocus sativus L.) cultivation in Khost Province of Afghanistan using GIS and AHP techniques. *Archives of Agronomy and Soil Science*, *62*(7). https://doi.org/10.1080/03650340.2015.1101519

Wali, Emal, Tasumi, M., Shinohara, Y., & Takeshita, S. (2019). Mapping crop types and crop water requirements over samll-sized irrigated fields in the Khost Province of Afghanistan. *Journal of Rainwater Catchment Systems*, *24*(2).

Zhu, A X, Band, L., Vertessy, R., & Dutton, B. (1997). Derivation of soil properties using a soil land inference model (SoLIM). *Soil Science Society of America Journal*, *61*(2), 523–533.

Zhu, A Xing. (2000). Mapping soil landscape as spatial continua: the neural network approach. *Water Resources Research*, *36*(3), 663–677.

Zhu, A Xing, & Band, L. E. (1994). A knowledge-based approach to data integration for soil mapping. *Canadian Journal of Remote Sensing*, *20*(4), 408–418.

Zhu, A Xing, Hudson, B., Burt, J., Lubich, K., & Simonson, D. (2001). Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic. *Soil Science Society of America Journal*, *65*(5).