

Монголын эко-уур амьсгалын шатлуур дотор уур амьсгалын өөрчлөлтийн хэв шинж ба нөлөөллийг малчдын ажиглалт хийгээд ус цаг уур ба хиймэл дагуулын мэдээтэй нэгтгэн таньж мэдэх тухай

М. И. Фернандез-Гименез^{1,2}, Ж. П. Ангерер^{3,4}, А.М. Аллегретти⁵, С. Р. Фаснахт^{5,6,7}, А. Бямба^{8,9}, Ж. Чанцалхам¹, Р. Рейд⁵, Н.Б.Х. Венабл¹⁰

¹Ой ба бэлчээрийн эдэлбэрийн тэнхим, Колорадо мужийн Их Сургууль, Fort Collins CO 80523-1472, USA, Fort Collins CO 80523-1472, USA ²<maria.fernandez-gimenez@colostate.edu>

³ТехасынА&М Их Сургууль, Блэкландын Судалгаа, өргөтгөсөн судлалын төв, 720 E. Blackland Road, Temple, TX, 76502 USA, ⁴<jangerer@brc.tamus.edu>

⁵Экосистемийн Шинжлэх Ухаан, Тогтворт Байдлын Төв, Колорадо Мужийн Их Сургууль, Fort Collins, CO 80523-1476 USA ⁶Агаар Мандлын Судалгааны Нэгдсэн Хүрээлэн, Fort Collins, CO 80523-1375 USA ⁷<Steven.Fassnacht@colostate.edu>

⁸Нутаг Түншлэл, Post 28, Nomun Box 670 Улаанбаатар 14252, Mongolia, ⁹<batkhishig@nutagpartners.mn>

¹⁰Газарзүйн шинжлэх ухаан, Колорадо Мужийн Их Сургууль, Fort Collins, CO 80523

ХУРААНГҮЙ

Монгол улс бол цаг уур дулаарлын дохио хамгийн хүчтэй илэрч буй дэлхийн орнуудын нэг бөгөөд Монголын хүн амын 40 гаруй хувь нь мал аж ахуйн бүтээгдэхүүнээс шууд буюу шууд бусаар хамаарч амьдардаг. Иймээс уур амьсгалаас үүдэлтэй бэлчээрийн ургацын өөрчлөлтүүд нүүдэлчин малчдын амьжиргаанд голлох нөлөө үзүүлэх төлөвтэй юм. Бид ус цаг уурын баримт, зайнаас тандалтын өгөгдөл болон малчдын ажиглалт зэрэгт үндэслэн экологийн гурван бүс нутагт 20 гаруй жилийн турш уур амьсгалын өөрчлөлт болон бэлчээрийн гарц ургацын хэв шинжийг шалгаж судалсан. Бидний олж тогтоосноор багаж төхөөрөмжийн хэмжилт болон малчдын ажиглалтын тохиролын хамгийн хүчтэй хэв шинж хээрийн бүсэд илэрсэн нь тэнд зуны улирал улам халуун, улам хуурай, өвлийн улирал улам хүйтэн болж, мөн бэлчээрийн ургац буурч байна. Жилийн нийт хур тунадасын хувьд багаж төхөөрөмжийн хэмжилт болон малчдын ажиглалт хамгийн ихээр тохирон зэрэгцэж байсан бөгөөд малчид хур тунадас болон ургацын тал дээр хоорондоо хамгийн ихээр зөвшилцөж, харин температурын тухайд зөвшилцөл хамгийн багатай байв. Түүнчлэн ижил экологийн бүс дотор хөрш сумдын малчдын ажиглалтууд хоорондоо бидний төсөөлж байснаас илүү ялгаатайбайгаань малчдын ажиглалтын төвшинд таархуйц орон зайн хувьд илүү нарийн хэмжилтийг хийх шаардлагатай байгааг харуулж байна..

Түлхүүр үгс: орон нутгийн мэдлэг ойлголт, уламжлалт мэдлэг ойлголт, уур амьсгалын өөрчлөлт, хяналт мониторинг

ОРШИЛ

Ус цаг уурын станц болон интерполяцийн бүдүүн тоймын өгөгдлийг ашигласан олон судалгаанд өнгөрсөн зууны туршид Монголд нэлээд хэмжээний дулаарлын хэв шинжийг харуулсан билээ (Batima et al., 2005; Dagvadorj et al., 2009; Venable et al., 2015). Хур тунадасын хэв шинж нь илүү их хэлбэлзэлтэй байна (Dagvadorj et al., 2009). Харин уур амьсгалын орон нарийвчлал сайтай өөрчлөлт, эсвэл тэдгээр нь ургацын гарцын хэмжээ ба хугацаа тов зэрэгт хэрхэн нөлөөлдөг тухай ойлголт бага байна (Marin, 2010).

Монголын хувьд, уур амьсгалын өөрчлөлт бэлчээрийн нөхцлийг яаж өөрчлөн хувиргах тухай зовнил хамгийн их байна. Үнэмлэхүйц нэмэгдсэн температур ба хур тунадасын бага өөрчлөлт нийлээд ууршилт нэмэгдэхэд, ургамал ургалтад хэрэгтэй ус чийг багасгахад, улмаар “бэлчээр гандахад” хүргэдэг (Nandintsetseg and Shinoda, 2013). Зайнаас тандалтын судалгаануудад ногоорол багассаныг үзүүлсэн (Liu et al., 2013) бол зарим урт хугацааны хээрийн судалгаанд нийт биомассын ямар нэг өөрчлөлт үгүйг эсвэл нэмэгдэж байгааг харуулсан билээ (Khishigbayar et al., 2015). Урьдчилан тааварласан ёсоор температур болон хөрсний чийгийн өөрчлөлтийн хариуд цөлийн хээрийн экологийн бүс нутаг хэмжээгээрээ тэлэх, харин хээр болон уулын ба ойт хээр агшиж багасах төлөвтэй байна (Angerer et al., 2008; Dagvadorj et al., 2009).

Орон нутгийн экологийн мэдлэгийг (ОНЭМ) ашиглан уур амьсгал болон бэлчээрийн өөрчлөлтийн ажиглалтыг хийх боломжтой бөгөөд үүгээр багаж төхөөрөмжийн хэмжилт болон экологийн хээрийн судалгааны өгөгдлийг, тэр дотор орон зайн илүү нарийвчлалтай мэдээллийг (Marin, 2010; Klein et al., 2014) нөхөж, баяжуулах боломжтой (Klein et al., 2014). Монголын тэгш өндөрлөг болон Түвдэд хийсэн ОНЭМ-ийн судалгаануудад малчдын голын урсгалын өөрчлөлтийн ажиглалтууд (Fassnacht et al., 2011), нэмэгдэж буй температур ба хэлбэлзэл ихтэй болж буй хур тунадасын ажиглалт (Marin, 2010), мөн бэлчээрийн нөхцөл байдлын өөрчлөлтийн ажиглалт (Bruegger et al., 2014; Klein et al., 2014) зэрэгт анхаарлаа хандуулж байжээ. Зарим тохиолдолд малчдын ажиглалтыг багаж төхөөрөмжийн хэмжилттэй шууд харьцуулж, тэдгээртэй тохирч байгааг олж тогтоож байхад (Fassnacht et al., 2011), харин бусад тохиолдолд багаж төхөөрөмжийн хэмжилтээр олж тогтоогоогүй хур тунадасын өөрчлөлтийг малчид ажигласан байлаа (Marin, 2010; Li et al., 2014).

Зорилт ба таамаглал

Уур амьсгалын өөрчлөлтийн хэв шинж, малчдад тэдгээрийн үзүүлэх нөлөөг, мөн малчдын ажиглаж чадаж буй орон нутгийн төвшингийн нөлөөллийг уур амьсгал болон зайнаас тандалтын бүдүүн тоймын өгөгдлөөр олж тогтоох боломжтой эсэхийг сайн ойлгохын тулд уг судалгаагаар малчдын ажиглалт, интерполяци хийгдсэн ус цаг уурын өгөгдөл болон хиймэл дагуулын зураглалд үндэслэн экологийн шатлуурын хэмжээнд уур амьсгал, бэлчээрийн ургацын өөрчлөлтийн хэв шинжийг судалж харьцуулна. Монгол ба ойролцоох бүс нутагт урьд өмнө хийгдэж ирсэн уур амьсгал болон ОНЭМ-ийн судалгаанд тулгуурлан бид дараах таамаглалыг гаргав. Үүнд: ус цаг уурын бүртгэл болон малчдын ажиглалтын аль аль нь хүчтэй дулаарч буй хэв шинжийг олж тогтоох бөгөөд хиймэл дагуулын зураглал болон малчдын аль аль нь судалгааны бүхий л газар байршилд ургац/ногоо буурсан болохыг, илүү өндөр өргөрөг ба өндөрлөгт илүү их өөрчлөлтийг олж тогтооно гэж таамаглав. Мөн хур тунадасын хэв шинж бүсүүдийн хэмжээнд илүү хэлбэлзэлтэй, ус цаг уурын бүртгэл болон малчдын ажиглалтууд зөвшилцөж таарах нь арай бага байна. Цаашилбал экологийн ижил бүсэд байх сумдын малчид хоорондын ажиглалтууд ойролцоо байна, мөн малчид температур болон ургацын өөрчлөлтийн талаар зөвшилцөл илүү, харин хур тунадасын хэмжээ болон давтамжийн талаар зөвшилцөл арай бага байна гэж таамаглав.

СУДАЛГАА ХИЙСЭН ГАЗАР

Бидний судалгаа хийсэн газар уулын болон ойт хээрээс (Сэлэнгэ аймаг, Баянгол ба Сайхан сумд) умард-өмнөд рүү хээр (Төв аймаг, Өндөрширээт ба Эрдэнэсант сумд) ба цөлийн хээр (Өмнөговь аймаг, Өлзийт ба Өндөршил сумд) хүртэл сунаих экологийн 3 бүсийн тус бүрт 2 сумыг хамарсан юм.

СУДАЛГААНЫ АРГАЧЛАЛ

Ус цаг уурын болон зайнаас тандалтын өгөгдөл

Бид температурыг Дэлхийн түүхэн уур амьсгалын сүлжээний (Global Historical Climate Network) цогц өгөгдлөөс (Lawrimore et al., 2011), мөн хур тунадасыг Уур амьсгалын урьдчилсан мэдээллийн төвийн хур тунадасын нэгдсэн (Climate Prediction Center Unified Precipitation) цогц өгөгдлөөс (Chen et al., 2008) авсан. Тэдгээрийн аль аль нь $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ нарийвчлалтай байв. Бид шинжилгээндээ температурын 1993-2013 оны, мөн хур тунадасын 1993-2012 оны өгөгдлийг ашиглан хур тунадасын 5 жилийн хөдөлгөөнт дунджыг тооцоолов. Хур тунадасын давтамжийн үзүүлэлтээр бид хур тунадасгүй өдрийн тоог ашиглав. Солбицлын сүлжээний пиксел бүрийн жилийн дундаж дүнг тооцоолохын тулд бид Газарзүйн мэдээллийн системийг (ГМС) ашиглаж, дараа нь хувьсагч тус бүрт сум болон экологийн бүсийн дунджийг тооцоолж гаргав. Бид бэлчээрийн гарц ургацын төлөөлөл болгон (Tucker et al., 1985) 1993-аас 2009 оны, 8 км х 8 км нарийвчлалтай AVHRR-УНЯИ-ийн (ургамалжлын нормчлосон ялгаварын индекс) өгөгдлийг ашигласан болно (Pinzon and Tucker, 2014). Бага интеграл УНЯИ (өмнөх жилийн үлдэгдэл биомассыг хасч гаргасан жилийн ургацын тооцоолол), ургах улирлын эхлэл (ногоорол), мөн ургах улирлын төгсгөл (шарлалт) зэрэг олон жилийн шинжилгээний хувьсагчдыг гаргаж авахын тулд бид TIMESAT програм хангамжийг (Eklundh and Jonsson, 2009) ашиглав. Бүхий л хувьсагчдын бүх хугацааны өөрчлөлтийг үнэлэхдээ бид параметрийн бус Mann Kendall-ын шалгуурыг ашигласан ба үнэмлэхүйц ялгаатай үед нь Sen-ын налууг тооцооллоо (Gilbert, 1987).

Малчдаас авсан асуулга

Бид 6 сумын орон зайн төлөөлөл болох тохиромжтой малчдаас асуулга авахдаа 1993-аас 2013 оны уур амьсгал болон бэлчээрийн өөрчлөлтийн ажиглалтынх нь тухай лавлаж, сонгох хариулттай асуултуудыг ашиглав. Хариултууд нь -2 буюу “маш багассан” гэдгээс +2 буюу “маш ихэссэн” гэсэн 5 заалттай Likert төрлийн шатлалтай байсан билээ. Асуугдагчид 29-өөс 87 насны, тухайн газар нутагт 10-аас 87 жилийн туршид амьдарсан 62 эрэгтэй, 47 эмэгтэй хүн байв.

Малчдын ажигласан өөрчлөлтүүдийн экологийн бүс хоорондын чиглэл болон хэмжээ далайцыг харьцуулахын тулд бид Bonferroni-тохируулгатай шинжилгээний дараах харьцуулалттай нэг-талт ANOVA-г ашиглав. Экологийн бүс бүрийн доторх малчдын ажигласан өөрчлөлтийг сумдын хооронд нь харьцуулахын тулд бид t-тест ашиглав. Бүлэг хамт олон болон экологийн бүс дотор ба тэдгээрийн хооронд малчдын ажиглалтын зөвшилцлийн төвшинг үнэлэхийн тулд бид Зөрчлийн боломжит индексийг (PCI_2) ашигласан юм (Vaske et al., 2010). PCI_2 - 1 утга нь зөвшилцлийн хэмжээ хамгийн бага болон малчдын ажиглалтын хооронд хамгийн их хэлбэлзлийг илтгэв. PCI_2 - 0 утга нь хариултын шатлал дээрх нэг заалтын 100%-ийн хуваарилалтыг үзүүлж, асуугдагчдын хооронд бүрэн зөвшилцөл байсныг илтгэв (Vaske et al. 2010).

ҮР ДҮН

Ус цаг уур болон зайнаас тандалтын ажиглалтаас гаргасан уур амьсгал, ургац болон фенологийн өөрчлөлт

Ус цаг уурын ажиглалтаас сүүлийн 20 жилийн дотор зуны температур нь хээрийн сумд болон цөлийн хээрийн нэг суманд (Өндөршил) үнэмлэхүйц өссөн болох нь харагдсан (Хүснэгт 1). Өвлийн температур нь бүхий л уулын ба ойт хээр болон хээрийн сумдад үнэмлэхүйц буурсан ба жилийн хур тунадас нь бүхий л хээр болон цөлийн хээрийн сумдад үнэмлэхүйц багассан байв. Хур тунадасгүй өдрийн тоо нь бүхий л уулын ба ойт хээр болон хээрийн сумдад үнэмлэхүйц нэмэгдсэн нь хур борооны давтамж буурсныг илтгэж байна.

Бага интеграл УНЯИ нь хээрийн хоёр суманд үнэмлэхүйц буурсан, харин цөлийн хээрийн нэг суманд (Өндөршил) нэмэгдсэн байв. Хэдийгээр хаврын ногоорох хугацаанд үнэмлэхүйц өөрчлөлтүүд гараагүй ч уг хэв шинжийн чиглэл нь бүсүүдийн хооронд ялгаатай байж, уулын ба ойт хээр болон цөлийн хээрт илүү эрт ногоорох, харин хээрт арай орой ногоорох хэв шинж ажиглагдав. Хээрийн бүсийн нэг суманд (Эрдэнэсант) ажиглалтын бүх хугацаанд шарлалт хагдрал нь үнэмлэхүйц эрт явагдаж байжээ.

Өөрчлөлтийг ажигласан малчдын ажиглалт

Бүхий л экологийн бүсэд ихэнх малчдын ажиглалтаар хаврын температур нь 20 жилийн өмнөхтэй харьцуулбал илүү сэрүүн болсон гэсэн (Зураг 1). Сайхан сумын малчид Баянгол сумынхантай харьцуулбал илүү хүчтэй хүйтрэлийг ажигласан ($t = -2.001$, $p = .053$). Ихэнх нь зуны температур сэрүүн болсныг ажигласан боловч зарим нь, ялангуяа Өндөрширээтийн малчид (хээр) Эрдэнэсантын хөрш малчидтай харьцуулбал зуны илүү дулаан температурыг ажиглаж харжээ ($t = 4.078$, $p = .002$). Малчид намрын температурын ажиглалтаараа ялгаран хуваагдаж, бараг хагас нь намар илүү сэрүүр болсныг, харин үлдсэн хэсэг нь намрын температур дулаарсан, ямар нэг өөрчлөлтгүй байсныг ажиглав (Зураг 1б). Энэ удаад ч гэсэн Өндөрширээт болон Эрдэнэсантын малчдын ажиглалтын хэв шинж үнэмлэхүйц зөрж ($t = 3.321$, $p = .003$), Өндөрширээтийн малчдын 75% нь намар илүү дулаан болсныг ажиглав. Өвлийн температурын ажиглалтууд хэлбэлзэлтэй, цөлийн хээрийн малчдын бараг хагас хувь нь өвөл илүү дулаан болсныг, мөн хээрийн малчдын тал хувь болон уулын ба ойт хээрийн малчдын талаас илүү хувь нь өвөл илүү хүйтэн сэрүүн болсныг ажиглав. Өвлийн температурын хэв шинжийн ажиглалт цөлийн хээр болон бусад экологийн бүс бүрийн хооронд үнэмлэхүйц ялгаатай байсан юм ($F = 6.006$, $p = .003$).

Ихэнх малчид сүүлийн 20 жилийн дотор хур тунадас дунд буюу түүнээс их хэмжээнд багассан болохыг ажигласан байна. Ажигласан өөрчлөлтүүд нь хээр болон цөлийн хээрт хамгийн их, харин уулын ба ойт хээрийн нөлөө бүхий цөөнх малчид хур тунадасын ямар нэг өөрчлөлт буюу бага хэмжээгээр нэмэгдсэн байдлыг ажиглажээ. Дундаж ажиглалтууд уулын ба ойт хээр болон нөгөө хоёр бүсийн хооронд үнэмлэхүйц ялгаатай байлаа ($F = 5.449$, $p = .006$). Ихэнх малчид хур тунадасын хоорондох хугацаа (хур тунадасын интервал) нэмэгдсэн болохыг ажигласан ч Баянгол сумын (уулын ба ойт хээр) нөлөө бүхий цөөнх малчид хур тунадасын интервалын ямар нэг өөрчлөлт ажиглаагүй буюу бага хэмжээгээр нэмэгдсэн гэж ажигласан нь уулын ба ойт хээр болон бусад бүсийн хоорондох дундаж ажиглалтын үнэмлэхүйц ялгаа бий болоход хүргэж байна ($F = 9.696$, $p < .001$).

Экологийн бүхий л бүсийн хэмжээнд малчид сүүлийн 20 жилийн доторх бэлчээрийн ургацын дунд буюу түүнээс нэлээд их бууралтыг ажиглав. Гэхдээ уулын ба ойт хээр ($t = -2.657$, $p = .013$) болон хээрийн ($t = -2.405$, $p = .024$) бүсийн хөрш сумдын малчдын ажигласан бууралтын хэмжээ далайц үнэмлэхүйц зөрж, Сайхан (уулын ойт хээр) болон Өндөрширээт (хээр) сумынхан илүү эрс бууралтыг ажигласан байна. Бүхий л малчид 20 жилийн өмнөхөөс ургамал ногоорол илүү орой явагдаж байгааг, ногоорол саатах хугацааг уулын ба ойт хээр ($t = 2.465$, $p = .019$) болон хээрийн ($t = 2.00$, $p = .055$) сумдынхан аль аль нь ойролцоо ялгаатайгаар ажиглав. Малчдын ихэнх нь

ургамал ургах улирлын төгсгөлд шарлалт илүү эрт болохыг ажигласан боловч цөлийн хээрт Өлзийт сумын малчид Өндөршлийн малчидтай харьцуулбал шарлалт илүү эрт болохыг ажигласан байлаа ($t=2.073$, $p=.045$).

PCI_2 шинжилгээгээр зун, намар ба өвлийн температурын өөрчлөлтийн талаар хамгийн бага зөвшилцөлд хүрснийг, харин ургац, ногоорлын хугацаа, хур тунадасын хэмжээ болон хур тунадасын давтамжийн талаар хамгийн их зөвшилцсөн болохыг илчлэн харуулсан (Зураг 1). Хээрийн бүсэд бэлчээрийн ургамлын ургалт буурч, ногоорол оройтох болсон ба хур тунадасын интервал нэмэгдсэн гэдэгтэй бүрэн зөвшилцөлд ($PCI_2=0$) хүрсэн байв.

ХЭЛЭЛЦҮҮЛЭГ

Хээрийн бүс дэх судалгааны газар байршилд уур амьсгал болон бэлчээрийн ургацын хамгийн их өөрчлөлт тохиож, зуны улирал улам халуун ба хуурай, өвлийн улирал илүү хүйтэн, мөн ургац буурч байгааг ус цаг уурын бүртгэл, хиймэл дагуулын зураглал болон малчдын ажиглалтын аль аль нь илтгэн харуулж байна. Хамгийн их хэмжээний өөрчлөлт илүү өндөр өргөрөг ба өндөрлөгт, өөрөөр хэлбэл уулын ба ойт хээрт ажиглагдана гэсэн таамаглалыг эдгээр дүгнэлт дэмжихгүй байна.

Бидний таамаглаж байснаас эсрэгээр малчдын ажиглалт экологийн бүсүүдийн хооронд ялгаатай гэхээс илүү сумдын хооронд ялгаатай байсныг бид олж тогтоолоо. Нэг бүсийн доторх сумдын хоорондын ихэнх ялгаа нь ургац, фенологи болон хавар, зун, намрын температурын өөрчлөлтийн ажиглалттай холбоотой байхад, харин бүс хоорондын ялгаа нь хур тунадас болон өвлийн температуртай холбоотой байв. Малчдын ажиглалтын бүс хоорондын ялгаа нь тэдгээр бүсэд хийсэн багаж төхөөрөмжийн хэмжилтийг шууд тусган харуулж байлаа. Харин бүс доторх сумдын хоорондын ажиглалтын ялгаа нь бүдүүн тоймын нарийвчлалтай ус цаг уур болон зайнаас тандалтын хэмжилтээр тогтоогддоггүй орон нутгийн нөхцлийн бодит ялгааг малчид олж ажиглаж байгааг илтгэж байж магадгүй.

Бидний дэвшүүлсэн таамаглалд малчид температур болон бэлчээрийн ургацын тухай илүү зөвшилцөж, харин хур тунадасын хэмжээ, давтамж болон фенологийн талаар хамгийн бага зөвшилцөлд хүрнэ гэж байсан. Гэтэл бодит байдал дээр, үүний оронд, ургац, фенологи болон хур тунадасын хэмжээ, давтамжийн талаар зөвшилцөл илүү их, харин температурын тухай зөвшилцөл хамгийн бага байв. Үүний нэг тайлбар бол малчид хур тунадасыг өөрсдийнх нь амьжиргааны гол түшиглэх зүйл болох бэлчээрийн ургацын хэмжээ, ургах хугацаатай шууд холбоотой гэсэн утгаар түүнд илүү их анхаарал тавьдаг (Marin 2010).

Сумд болон бүсүүдийн хэмжээнд малчдын болон ус цаг уурын бүртгэлээр хур тунадасын нийт хэмжээ буурч буй хэв шинжийг ажигласан байна. Орон нутгийн ажиглалт болон багаж төхөөрөмжийн хэмжилтийн хоорондын хамгийн их зөвшилцөл хээрийн бүсэд байсан бөгөөд тэнд өөрчлөлтийн чиглэлийн ажиглалтууд 9 хувьсагчийн 7 дээр тохирож, мөн тэдгээрээс 5 багаж төхөөрөмжийн хэмжилт нь статистикийн хувьд ач холбогдолтой байсан юм. Уулын ба ойт хээрийн малчдын ажиглалт 5 хувьсагч дээр багаж төхөөрөмжийн хэмжилттэй тохирч, тэдгээрээс 2 багаж төхөөрөмжийн хэмжилт нь статистикийн хувьд ач холбогдолтой хэв шинжийг харуулав. Цөлийн хээрийн малчдын ажиглалтууд зөвхөн нэг л хувьсагчаар (жилийн хур тунадас) багаж төхөөрөмжийн хэмжилттэй таарч байсан ба шарлалтын хэв шинж (Өлзийт) болон зуны температур (Өндөршил) зэргээр багаж төхөөрөмжийн хэмжилтээс зөрж байсан. Малчдын ажиглалт алдаатай гэж зарим (Li et al. 2014) нь дүгнэхээс илүүгээр бид илэрхий үл зөвшилцлийг тайлбарлахад илүү нарийн нарийвчлалтай ус цаг уур болон бэлчээрийн ургацын өгөгдөл шаардлагатай байна гэж үзэж байна. Klein нарын (2014) үзүүлсэн ёсоор уур амьсгалын өөрчлөлтийн нөлөөлөл дор байдаг фенологи гэх мэт илүү нарийн нарийвчлалтай хувьсагчдыг ойлгох ойлголтонд малчдын ажиглалтууд хувь нэмрээ өгөх боломжтой билээ.

Хүснэгт 1. Ус цаг уур болон зайнаас тандалтын өгөгдөлд үндэслэсэн температур (жилд Цельсийн хэм), хур тунадас (жилд мм), ногоорол (NDVI) болон фенологийн өөрчлөлтийн хувь хэмжээ. Өөрчлөлтийг шинжлэхдээ Mann-Kendal тест (Z-статистик) болон Sen-ны налууг ашиглав. Үнэмлэхүйц өөрчлөлттэй хэв шинжийг өнгөөр тодруулсан бөгөөд зэрэглэлийг* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$ гэж тэмдэглэсэн. Хур тунадасын хэмжээ (1993-2012) болон УНЯИ, ногоорол болон шарлалт (1993-2009) зэргийг эс тооцвол бүхий л хувьсагчид 1993-2013 оны хоорондын бүртгэлийнх юм.

	Ойт хээр		Хээр		Цөлийн хээр	
	Баянгол	Сайхан	Өндөрширээт	Эрдэнэсант	Өлзийт	Өндөршил
хаврын темп.	-0.015	-0.027	-0.011	-0.027	0.03	0.022
зуны темп.	0.04	0.028	0.084*	0.084*	0.05	0.086*
намрын темп.	0.104	0.108	0.097	0.081	0.029	0.051
өвлийн темп.	-0.234*	-0.266*	-0.174*	-0.218*	-0.091	-0.076
хур тунадас хэмжээ	-2.085	-1.508	-4.5*	-5.417*	-2.734***	-2.199*
хур тунадасын хоорондох өдрүүд	1.778***	1.458**	1.303*	1.545***	-0.226	0.127
ногоо (бага интеграл УНЯИ)	-0.039	-0.028	-0.09*	-0.82*	-0.003	0.082*
ногоорол	-0.491	-0.494	0.554	1.215	-0.531	-2.676
шарлалт	-0.045	0.141	-3.57	-0.666**	1.295	0.042

ДҮГНЭЛТ БА ХЭРЭГЛЭЭ

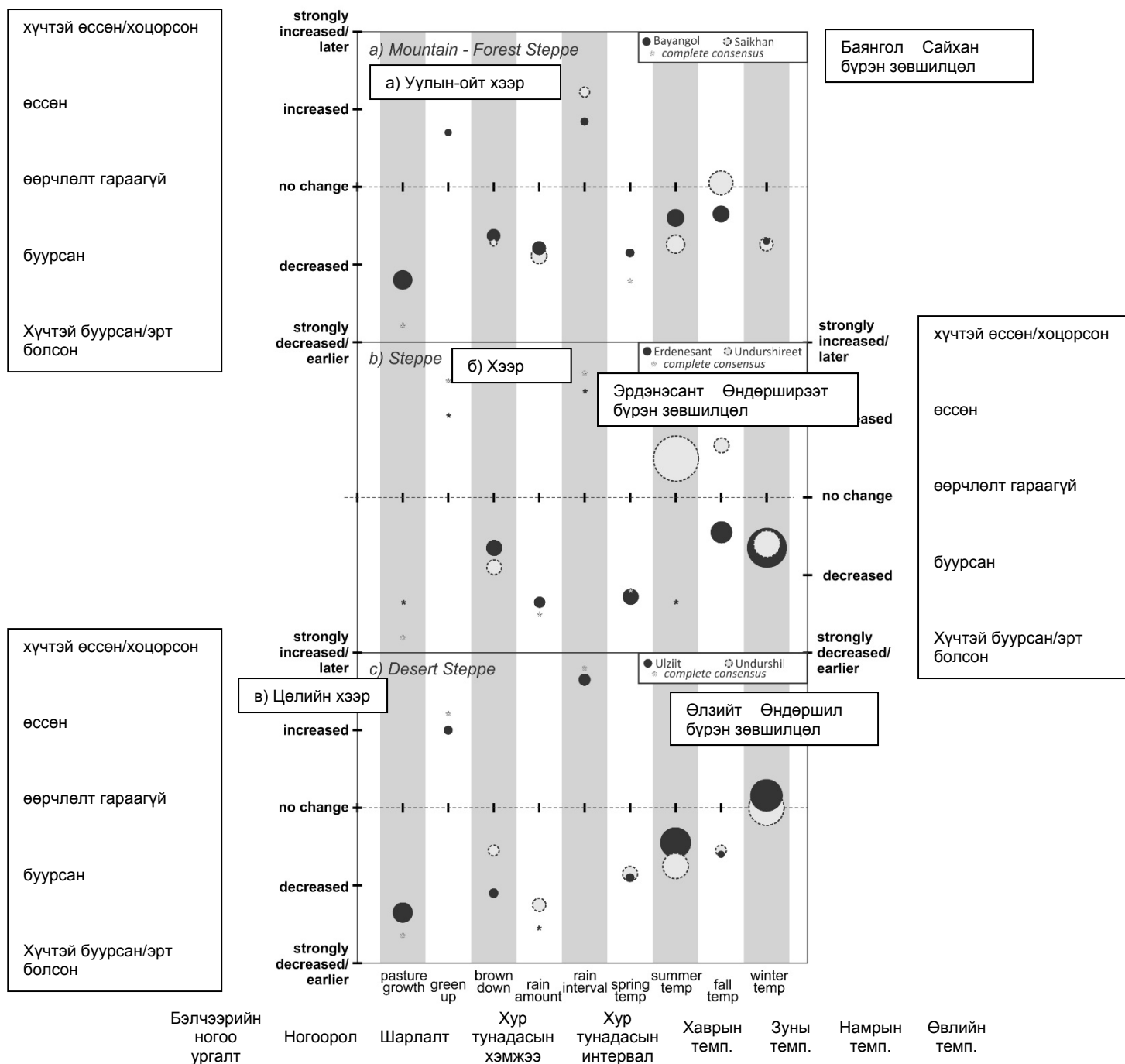
Бидний судалгааны үр дүн малчдын ажиглалт ерөнхийдөө тухайн орон нутаг дотроо нэлээд хэмжээгээр тохироц ихтэй, мөн багаж төхөөрөмжийн тусламжтайгаар олж тогтоож буй үнэмлэхүйц өөрчлөлт байвал малчид бас тэдгээр өөрчлөлтийг ажиглаж байгааг (жишээ нь хээрийн бүсэд) харуулж байна. Бүхий л экологийн бүсийн хэмжээнд багаж төхөөрөмжийн хэмжилт болон малчдын ажиглалтын хооронд хамгийн их зөвшилцөл нь хур тунадасын хэмжээ буурч буй тал дээр байсан юм. Экологийн бүсүүд доторх зарим хувьсагчид дээр малчдын ажиглалт үнэмлэхүйц ялгаатай байсан нь зарим бүдүүн тоймын нарийвчлалтайбагаж төхөөрөмжийн хэмжилттэй харьцуулбал малчид ажиглалтаараа орон зайн илүү нарийн нарийвчлалтай өөрчлөлтийг олж тогтоодог байж магадгүйг илтгэж байна. Орон нутгийн бэлчээрийн менежментэд чухал хэрэгцээтэй нарийвчлал сайтай багаж төхөөрөмжийн өгөгдөл дутмаг байгаа нь гарч буй өөрчлөлтийг хянах бэлчээр болон ус цаг уурын хяналт мониторингийн чадамжийг бэхжүүлэх ба орон нутгийн өөрчлөлт тэдгээрийн нөлөөллийг илүү өндөр төвшингийн шийдвэр гаргачдад хүргэх шаардлага байгааг илтгэж байна. Одоо буй багаж төхөөрөмжийн хэмжилтийг малчдын ажиглалтуудаар баяжуулж болох төдийгүй албан ёсны өндөр нарийвчлалтай хяналт мониторинг шаардлагатай талбарыг тодруулж харуулах боломжтой. Малчдын ажиглаж буй өөрчлөлтүүд тэдний амьжиргаа болон менежментэд хэрхэн нөлөөлөх нөлөөллийг цаашид судлах шаардлагатай байна.

ТАЛАРХАЛ

Бид Галбадрахын Пүрэвэд малчдаас асуулга судалгаа авахад тусалж дэмжсэнд талархаж байна. Уг ажлыг Үндэсний шинжлэх ухааны сангийн дэргэдэх ХБХ хөтөлбөрийн тэтгэлэг BCS-1011 *Нутгийн иргэдэд түшиглэсэн бэлчээрийн экосистемийн менежмент нь Монголын уур амьсгалын өөрчлөлтөнд, хосолсон системийн нөхөн сэргээх чадамжийг нэмэгдүүлж байна уу?* судалгааны хүрээнд санхүүжүүлсэн.

АШИГЛАСАН ХЭВЛЭЛИЙН ЖАГСААЛТ

- Angerer J, Han G, Fukisaki I, Havstad K. (2008). Climate change and ecosystems of Asia with emphasis on Inner Mongolia and Mongolia. *Rangelands*, 30, 46-51.
- Batima P, Natsagdorj L, Gombluudev P, Erdentsetseg B. (2005). Observed climate change in Mongolia. *AIACC Working Paper*, 13.
- Bruegger R, Jidjsuren O, Fernandez-Gimenez ME. (2014). Herder observations of rangeland change in Mongolia: Indicators, causes and application to community-based management. *Rangeland Ecology & Management*, 67, 119-131.
- Chen M, Shi W, Xie P, Silva VBS, Kousky VE, Wayne Higgins R, Janowiak JE. (2008). Assessing objective techniques for gauge-based analyses of global daily precipitation. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 113, D04110.
- Dagvadorj D, Natsagdorj L, Dorjpurev J, Namkhainyam B. (2009). *Mongolia: Assessment report on climate change*. Ministry of Environment, Nature and Tourism, 228pp.
- Eklundh L, Jonsson P. (2009). *Timesat 3.0 software manual*. University of Lund.
- Fassnacht SR, Sukh T, Fernandez-Gimenez M, Batbuyan B, Venable N, Laituri M, Adyabadam G. (2011). Local understanding of hydro-climatic changes in Mongolia. In: *Cold Region Hydrology in a Changing Climate* (Proceedings of Symposium H02 held during IUGG2011), IAHS Publication 346, 120-129.
- Gilbert RO. 1987. *Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring*. John Wiley & Sons, 320pp.
- Khishigbayar J, Fernandez-Gimenez ME, Angerer JP, Reid RS, Chantsalkham J, Baasandorj Y, Zumberelmaa D. (2015). Biomass and cover are stable but composition shifts and richness declines after 20 years of grazing and increasing temperatures. *Journal of Arid Environments*, 115, 100-112.
- Klein JA, Hopping KA, Yeh ET, Nyima Y, Boone RB, Galvin KA. (2014). Unexpected climate impacts on the Tibetan Plateau: Local and scientific findings of delayed summer. *Global Environmental Change*, 28, 141-152.
- Lawrimore JH, Menne MJ, Gleason BE, Williams CN, Wuertz DB, Vose RS, Rennie J. (2011). An overview of the Global Historical Climatology Network monthly mean temperature data set, version 3. *Journal of Geophysical Research*, 116, D19121, DOI: [doi:10.1029/2011JD016187].
- Li X, Wang Z, Hou Z, Liu Z, Sarula, Yin Y, Ding Y, Hu J. (2014). Herders' perception of climate change does not always fit with actual climate change. *The Rangeland Journal*, 36, 557-564.
- Liu YY, Evans JP, McCabe MF, de Jeu RAM, van Dijk A, Dolman AJ, Saizen I. (2013). Changing Climate and Overgrazing Are Decimating Mongolian Steppes. *Plos One*, 8, e57599, [doi:10.1371/journal.pone.0057599].
- Marin A. (2010). *Chasing the rains: Mongolian pastoralists' vulnerability and adaptation to climate change in 'the age of the market'*. Thesis for the degree of philosophiae doctor, Department of Geography, University of Bergen, 101pp.
- Nandintsetseg B, Shinoda M. (2013). Assessment of drought frequency, duration, and severity and its impact on pasture production in Mongolia. *Natural Hazards*, 66, 995-1008.
- Pinzon J, Tucker C. (2014). A non-stationary 1981-2012 AVHRR NDVI3g time series. *Remote Sensing*, 6, 6929-6960.
- Tucker CJ, Vanpraet CL, Sharman MJ, Vanittersum G. (1985). Satellite remote-sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalese Sahel - 1980-1984. *Remote Sensing of the Environment*, 17, 233-249.
- Vaske JJ, Beaman J, Barreto H, Shelby LB. (2010). An extension and further validation of the potential for conflict index. *Leisure Sciences*, 32, 240-254.
- Venable NBH, Fassnacht SR, Hendricks AD. (2015). Spatial Changes in Climate across Mongolia. In (Fernandez-Gimenez ME, Batkhishig B, Fassnacht SR, Wilson D, eds.)



Зураг 1. PCI₂ үр дүн нь өгөгдсөн ажиглалттай холбоотой зөвшилцлийн хэмжээг тусган харуулж байна. Үүнд а) уулын ба ойт хээрт, б) хээрт, болон в) цөлийн хээрт. Жижиг дугариг дүрсээр илүү их зөвшилцлийг, харин том дугариг дүрсээр бага зөвшилцлийг төлөөлсөн. Дугариг дүрсний төв нь дундаж хариултыг төлөөлж байна.