



Australian Government



УУРХАЙН НӨХӨН СЭРГЭЭЛТ



УУРХАЙН НӨХӨН СЭРГЭЭЛТ

*Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршилага -
тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр*



Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршилага -тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр

2016 оны 8 дугаар сар

INDUSTRY.GOV.AU | DFAT.GOV.AU



УУРХАЙН НӨХӨН СЭРГЭЭЛТ

*Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршилага -
тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр*

2016 оны 8 дугаар сар

Хариуцлага хүлээхээс татгалзсан мэдэгдэл

Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршлага -тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр

Энэхүү гарын авлагыг уул уурхайн салбарын мэргэжилтнүүд, төрийн болон төрийн бус байгууллагын төлөөллөөс бүрдсэн ажлын хэсэг боловсруулсан болно. Ажлын хэсгийн гишүүдийн хөдөлмөр, хичээл зүтгэлд талархлаа илэрхийлье.

Энэхүү гарын авлагад тусгасан санаа, үзэл бодол нь Австралийн Засгийн газар буюу Гадаад хэргийн яам, Худалдаа, хөрөнгө оруулалтын сайд, Эрдэс баялаг, эрчим хүч, Хойд Австралийн асуудал эрхэлсэн яамдын байр суурь биш болно.

Энэхүү гарын авлагын агуулгын үнэн бодитой байдлыг хангах талаар багагүй хүчин чармайлт гаргасан хэдий боловч Хамтын нөхөрлөлийн зүгээс агуулгын үнэн зөв байдал, эсхүл утга санаа бүрэн гүйцэд гарсан буюу эс гарсанд хариуцлага хүлээхгүй бөгөөд уг гарын авлага, эсхүл түүнийг агуулгыг ашигласнаас үүдэлтэй алдагдал, хохирлын төлөө хариуцлага хүлээхгүй болно.

Гарын авлага нь ерөнхий лавлагаа, мэдээлэлд зориулсан болохоос гарын авлагын хэрэглэгчдэд тухайн нөхцөл байдалд нь зориулж буюу эрж хайж буй мэргэжлийн зөвлөгөөг агуулаагүй болохыг санавал зохино. Түүнчлэн гарын авлагад нэр нь дурдагдсан аж ахуйн нэгж, бараа бүтээгдэхүүнийг Австралийн Засгийн газрын зүгээс дэмжиж, сурталчилж байгаа гэж ойлгож үл болно.

Хөгжиж буй орнуудад практикийн зөвлөмж өгөх, мөн кейс судалгааг бодит амьдрал дээр ашиглаж хэрэглэхэд үнэтэй хувь нэмэр оруулж болохыг харгалзан Гадаад харилцаа, Худалдааны газрын харьяа Австралийн тусламжийн хөтөлбөрийн дэмжлэгтэйгээр уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршлага -тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр гарын авлагыг боловсруулжээ.

Нүүр хуудасны зураг: Шинэ Өмнөд Уэльсийн Ньюкастэл Көүлфийлдэд байрлах “Xstrata Coal” компанийн Нью Волсэнд Коллиери нүүрсний уурхайд хийж байгаа нөхөн сэргээлтийн ажил.

© Австралийн Хамтын нөхөрлөл, 2016 он

Энэхүү бүтээлийн зохиогчийн эрх хуулийн дагуу хамгаалагдсан болно. 1968 онд батлагдсан Зохиогчийн эрхийн тухай хуулийн дагуу Хамтын нөхөрлөлөөс албан ёсны зөвшөөрөл бичгээр урьдчилан авалгүйгээр энэхүү бүтээлийг бүтнээр буюу хэсэгчлэн олшруулахыг хориглоно. Бүтээлийг олшруулах, дахин хэвлэх болон зохиогчийн эрхтэй холбоотой санал хүсэлтийг дараах хаягаар илгээнэ үү, эсхүл дор дурдсан цахим хуудсанд хандана уу. Үүнд: Commonwealth Copyright Administration, Attorney-General's Department, Robert Garran Offices, National Circuit, Canberra ACT 2600 буюу www.ag.gov.au/ccs.

2016 оны 8 дугаар сар.

АГУУЛГА

ТАЛАРХЛЫН ҮГ	v
ӨМНӨХ ҮГ	vi
1.0 УДИРТГАЛ	1
2.0 УУРХАЙН НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙН АЧ ХОЛБОГДОЛ	3
2.1 Уурхайн нөхөн сэргээлт гэж юу вэ?	3
2.2 Тогтвортой хөгжил хэмээх ойлголтын хүрээн дэх нөхөн сэргээлт	4
2.3 Нөхөн сэргээлтийн бизнесийн ач холбогдол	5
3.0 НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙГ АМЖИЛТТАЙ ХИЙСЭН ТУРШЛАГААС	7
3.1 Нөхөн сэргээлтийн зорилт, зорилго	7
3.2 Нөхөн сэргээлтийн амжилтыг хэмжих хэмжүүр үзүүлэлт	10
3.3 Нөхөн сэргээлт хийх удирдамж	14
3.4 Оролцогч талуудын үүрэг оролцоо	15
4.0 НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙГ ТӨЛӨВЛӨХ НЬ	16
4.1 Нөхөн сэргээлт болон байгаль орчны суурь үзүүлэлт	16
4.2 Материалын тодорхойлолт хийх	17
4.3 Ландшафтын зураг төсөл	19
5.0 НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙН АЖЛЫГ ХИЙЖ ГҮЙЦЭТГЭХ	27
5.1 Газрын гадаргын рельефийн байгуулалт	27
5.2 Төрөл зүйлийн сонголт	28
5.3 Ургамал ургаж чадах орчин бий болгох нь	31
5.4 Физик боловсруулалт	34
5.5 Химийн боловсруулалт	35
5.6 Биологийн боловсруулалт	37
5.7 Ан амьтан дахин суурьших нь	40
5.8 Нөхөн сэргээлтийн менежмент	42
6.0 МОНИТОРИНГ ГЭЖ ЮУ ВЭ?	44
6.1 Мониторинг	44
6.2 Мониторингийн хөтөлбөр боловсруулах нь	45
6.3 Жишиг буюу загвар талбайн үүрэг роль	46
6.4 Гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүд	49
6.5 Тохируулан өөрчлөх менежмент ба чанарын хяналт	50
6.6 Мониторинг хийх аргачлал	50
6.7 Тайлагнах	58
6.8 Судалгаа шинжилгээ болон нөхөн сэргээлтийн туршилт	58
ЛАВЛАХ МАТЕРИАЛ	59
НЭР ТОМЬЁОНЫ ТАЙЛБАР	65

КЕЙС СУДАЛГАА

Квинслэнд болон Нью Саут Уэйлс дэх нүүрсний уурхайд Англо Американ компанийн хэрэгжүүлж буй нөхөн сэргээлтийн ажлын зорилтууд	8
Алкоагийн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайг хааж дууссан байдлыг үнэлэх шалгуур үзүүлэлт	11
Баруун Австрали дахь Алкоагийн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхай дахь ургамлын төрөл зүйлийн сонголт ба хучаас хөрсний удирдлага	28
Баруун Австралийн Жарра ой ширэнгэнд устаж үгүй болох аюултай хар тоть шувууны амьдрах орчныг хамгаалах нь	41
Весфармерс Күрра нүүрсний уурхайн нөхөн сэргээлтийн мониторингийн хөтөлбөр	51
Агуйн сарьсан багваахай ба уурхай	56

ТАЛАРХЛЫН ҮГ

Кейс судалгааг боловсруулсан Квинслэндийн Их сургуулийн ашигласан уул уурхайн нөхөн сэргээлтийн төвийн судлаачид (Филл МэкКенна болон Др. Элизабет Уильямс), мониторингийн хэсгийг хянаж, өөрийн туршлага, мэдлэгийг хуваалцсанд (Др. Питер Эрскинь, Др. Эндрью Флетчер, Профессор Дэвид Мүллиган, Коррин Унгер болон Мэнди Гравина нарт) талархал илэрхийлье.

Брюс Томпсон (Redleaf Environmental), Др. Патрик Аудет (EDI Environmental Dynamics Inc. (Canada)), Аманда Доусан-Эвэнхүйс болон Элмиен Бэллот (Wesfarmers Curragh Pty Ltd) нарт мөн талархал илэрхийлье.

ИДЭВХТЭН БИЧИГЧИД	ГИШҮҮД	ХОЛБОО БАРИХ
	Др. Карл Грант Уурхайн хаалтын төлөвлөлт болон хүрээлэн буй орчны хэсгийн ахлах	carl.grant@angloamerican.com
	Др. Роб Лох Ерөнхий зөвлөх	lochr@landloch.com.au
 	Ник МэкКэффрэй Хүндэт эрдэмтэн гишүүн Ашигласан уурхайн нөхөн сэргээлтийн төв	n.mccaffrey@uq.edu.au
	Стюарт Энсти Захирал	stuart@stuartanste.com
 	Др. Дэвид Доли Хүндэт эрдэмтэн гишүүн Ашигласан уурхайн нөхөн сэргээлтийн төв	d.doley@uq.edu.au

ӨМНӨХ ҮГ

Уурхайн удирдлага, төлөвлөлтийн талаар Австрали улсын хуримтлуулсан дэлхийн хэмжээний тэргүүн туршлага, мэдлэгийг хуваалцах зорилгоор *Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршлага -тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөр* цуврал бүтээлийг боловсруулж хэвлэсэн болно. Уг гарын авлага нь хайгуулын үе шатнаас эхлэн уурхайн бүтээн байгуулалт, ашиглалт, уурхайн талбайг хаах хүртэлх үйлдвэрлэлийн бүхий л үе шат дахь байгаль орчин, эдийн засаг, нийгмийн асуудлын талаар практик удирдамж, чиг баримжаа өгөх зорилготой болно.

Австрали улс бол уул уурхайн үйлдвэрлэлээр дэлхийд тэргүүлж байгаа орон бөгөөд энэхүү гарын авлагын тусламжтайгаар үндэсний хэмжээнд Австрали улсын хуримтлуулсан мэдлэгийг орчин үеийн түвшинд практикт хэрэглэж болохуйц удирдамж, чиг баримжаа олгоход зориулагдсан болно.

Гарын авлагыг боловсруулахад Австрали улсын Аж үйлдвэр, инноваци, шинжлэх ухааны яам, хувийн хэвшлийн аж үйлдвэр болон мужийн Засгийн газрын түншүүдтэй хамтран техникийн удирдлага, зохицуулалтыг хийсэн. Эдийн засгийн өсөлтийг хангах, ядуурлыг бууруулахад уул уурхайн салбар гол үүрэгтэй болохыг ойлгон энэхүү гарын авлагын шинэчилсэн найруулгыг Гадаад хэрэг, худалдааны яамны харьяа Австралийн хилийн чанад дахь тусламжийн хөтөлбөрийн санхүүжилтээр хийсэн болно.

Уул уурхай бол дэлхийн хэмжээний аж үйлдвэрийн салбар бөгөөд Австралийн компаниуд дэлхийн бүх уул уурхайн бүсэд идэвхтэй хөрөнгө оруулалт хийж, хайгуул судалгаа явуулж байна. Илүү ээлтэй хөгжсөн уул уурхай гэдэг нь илүү өндөр өсөлтийг хангаж, ажлын байр олноор бий болгож, хөрөнгө оруулалт, худалдааны хэмжээг нэмэгдүүлж, эдгээр эерэг ололт амжилт нь бүх нийтийн аж амьдралын түвшинг нэмэгдүүлэн сайжруулахад зориулагдах ёстой хэмээн Австралийн Засгийн газар ойлгож үздэг юм.

Уул уурхайн салбарыг онцгой сайн хөгжүүлэхэд тогтвортой хөгжлийн тэргүүн туршлагыг нэвтрүүлж хэрэгжүүлэх талаар тууштай ажиллах нь амин чухал билээ. Тэргүүн туршлагыг нэвтрүүлэх нь аж ахуйн нэгжүүд баялгийг тогтвортой бүтээж, улмаар хөрөнгө оруулалтын ширүүн өрсөлдөөнт нөхцөлд бүтээгдэхүүний чанарын өндөр түвшнийг хадгалах, үйл ажиллагаа явуулж байгаа орны иргэд, төр засгийн зүгээс хэлбэрэлтгүй дэмжлэг авахад чухал нөлөөтэй. Тэргүүн туршлагыг ойлгож хүлээж авах нь эрсдэлийг удирдан чиглүүлэхэд зайлшгүй чухал ач холбогдолтойгоос гадна уул уурхайн салбар бүрэн хүчин чадлаараа хөгжихөд чухал нөлөөтэй.

Эдгээр гарын авлага нь уурхайн операторууд, тухайн бүс нутгийн ард иргэд, төрийн зохицуулагчдыг нэн чухал мэдээллээр хангах зорилготой. Хууль тогтоомж болон түүнээс давсан хэрэгцээ шаардлагад нийцсэн уул уурхайн үйлдвэрлэлийн бүхий л салбарт ашиглаж болохуйц жишээ, кейс судалгаанууд энэхүү гарын авлагад багтсан болно.

Тэргүүн туршлагын эдгээр гарын авлагыг санал болгохын ялдамд Та бүхний ажил үйлсэд тус дэм болно гэж итгэж байна.

Парламентын гишүүн Эрхэмсэг
Матью Канаван

Эрдэс баялаг, эрчим хүч, Хойд
Австралийн асуудал эрхэлсэн яам

Парламентийн гишүүн Эрхэмсэг
Жүли Бишоп

Гадаад хэргийн сайд

1.0 УДИРТГАЛ

Уул уурхайн салбар нь төслийн бүхий л шатанд хүрээлэн буй орчин болон орон нутгийн иргэдийн амьдралд нөлөөлдөг. Эдгээр нөлөөлөл, шууд буюу дам, эсхүл тэдгээрийн нийлбэр нь хянан зохицуулагчид, орон нутгийн ардиргэд, хөрөнгө оруулагчид, төрийн бус байгууллагууд (ТББ) болон ажилчид болон төсөл хэрэгжүүлэх үйл явцыг эмгээр хүлээн авахад хүргэдэг билээ. Тиймээс эрдэс баялгийг олборлох зорилгоор газрын зөвшөөрөл авах явдал улам бүр хэцүү болж байгаа нь уг салбарын өмнө тулгарч буй гол эрсдэл болжээ. Энэ чиглэлээр тогтвортой ахиц дэвшил гаргахын тулд Австралийн уул уурхайн компаниуд хянан зохицуулагчид болон холбогдох бүх талуудад тогтвортой хөгжлийг тэргүүний зорилт болгож, улмаар түүнд үнэнч байгааг нотлон хариуулах ёстой. Австрали улсад уул уурхайн бүх төсөл уурхайн нөхөн сэргээлтийг заавал хийх хуулийн үүрэг хариуцлага хүлээдэг хэдий ч хөрөнгө оруулагч, оролцогч талуудад уул уурхайн салбар нь тогтвортой хөгжлийн төлөө тууштай байгаагаа нотлон харуулдаг үйл ажиллагаа юм.

Энэхүү гарын авлага нь Уул уурхайн салбар дахь тэргүүн туршлага-тогтвортой хөгжлийн хөтөлбөрийн нэг салбар сэдэв болох уурхайн нөхөн сэргээлтийн асуудлыг хөндөж байна. Уурхайн хөгжлийн бүхий л үе мөчлөг (тухайлбал, эрэл хайгуул, эдийн засаг, техникийн үндэслэл, зураг төсөл хийх, бүтээн байгуулалт, үйлдвэрлэл явуулах, уурхайг хаах) болон уурхайн үйлдвэрлэлийн бүхий л салбарт эдгээр тэргүүн туршлагын гарын авлага ихээхэн хамааралтай болно. Нөхөн сэргээлтийн тэргүүн туршлага нь уг уурхайн төслийн бүр эхний шат дамжлагаас эхлэн уурхайг хаах болон газрын түрээсийг барагдуулах хүртэлх бүхий л үе шатанд үргэлжилдэг үйл явц мөн. Энэхүү тэргүүн туршлагад тухайн уурхай, орон нутаг, бүс нутаг, үндэсний болон олон улсын нөхцөл байдлыг харгалзаж үзвэл зохино.

Энэхүү гарын авлага нь уурхайн үйлдвэрлэлийн бүхий л шат дамжлагад тэргүүн туршлагыг нэвтрүүлж ажиллах үүрэг бүхий удирдах ажилтнууд, менежерүүдэд зориулагдсан. Уул уурхайн салбар дахь биологийн төрөл зүйлийн менежментийн тэргүүн туршлагыг сонирхогч хүмүүс, түүнчлэн байгаль орчны асуудал хариуцсан мэргэжилтнүүд, уул уурхайн зөвлөгч нар, төр засаг, хянан зохицуулагчид, ТББ-ууд, уурхайн орчим амьдарч байгаа болон уурхайд ажиллаж байгаа иргэд, хамт олон, мөн оюутнуудад энэхүү гарын авлага нь хамааралтай болно. Уул уурхайн салбарын тогтвортой хөгжлийг хангах хүрээнд уул уурхайн салбарын нөхөн сэргээлтийн норм стандартыг тогтмол сайжруулж, боловсронгуй болгох зорилгын үүднээс энэхүү гарын авлагыг хэрэглэгч уншигч Та бүхэн гар нийлүүлж хамтран ажиллахыг уриалж байна. Энэхүү гарын авлагад тусгасан зарчмуудыг амьдралд хэрэгжүүлж чадвал үйл ажиллагааны өндөр үр ашгийг бий болгож чадна.

Энэхүү гарын авлагад уурхайн нөхөн сэргээлтийн төлөвлөлт, хэрэгжилт, хяналт шалгалтын үйл явцад ашиглаж болох тэргүүн туршлага болсон дор дурдсан үндсэн зарчим, горимыг тодорхойлжээ. Үүнд:

- Нөхөн сэргээлтийн ач холбогдол болон уул уурхайн салбар дахь бизнесийн зорилгыг ойлгох (2-р хэсэг)
- Нөхөн сэргээлтийн зорилго, зорилт, ахиц амжилтыг хэмжих шалгуур зэргийг тогтоох (3-р Бүлэг)
- Холбогдох оролцогч, сонирхогч бүх талын оролцоотой нөхөн сэргээлтийн ажлын төлөвлөлтийг хийх, хүрэх зорилго, гүйцэтгэлийн шалгуурыг тодорхойлох, нөхөн сэргээлтийн жишгийг тогтоох (4-р Бүлэг)
- Уурхайн үйлдвэрлэлийн бүхий л мөчлөгүүдэд хэрэгжүүлэх нөхөн сэргээлтийн төлөвлөгөөг нэгтгэж, хэрэгжүүлэх (5-р хэсэг)
- Уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажлын явц, үр дүнг хянаж, үр дүнгийн талаар тайлагнах (6-р хэсэг)

Энэхүү гарын авлагыг ямар ч харьцуулалтгүйгээр боловсруулаагүй юм. Гарын авлагыг тэргүүн туршлагын талаарх бусад гарын авлагатай, тухайлбал дор дурдсан сэдэвчилсэн ном, гарын авлагатай хамт уншиж судалбал зохино. Үүнд:

- Хөрсний гүний ба гадаргын усны менежмент ба хяналт шинжилгээ
- Хүчил болон металл агуулсан усны шүүрэл
- Уурхайн хаягдлын менежмент
- Биологийн төрөл зүйл
- Уурхайг хаах төлөвлөгөө
- Орон нутгийн ард иргэд, оршин суугчидтай харьцаж ажиллах
- Хяналт шинжилгээ.

Энэхүү гарын авлага нь зөвхөн лавлагааны зориулалттай бөгөөд түүнд бусдад зааж зааварласан зүйл байхгүйгээс гадна асуудлыг бүрэн цогцоор шийдвэрлэж тайлбарлаагүй болно. Байгаль орчны асуудал эрхэлсэн менежерүүд болон хэрэгжүүлэгчид гарын авлагад орсон техникийн холбодол бүхий материалыг үзэж судалж, ашиглахыг уриалж байна.

2.0 УУРХАЙН НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙН АЧ ХОЛБОГДОЛ

Гол санаанууд

- Уурхайн нөхөн сэргээлт нь уул уурхайн компанийн тогтвортой хөгжлийн стратегийн салшгүй бүрэлдэхүүн хэсэг мөн.
- Уурхайн нөхөн сэргээлт нь тухайн компани байгаль орчны талаар баримталж байгаа бодлого, түүний хэрэгжилтийг хэмжих гол үндсэн шалгуур нь болдог.
- Хаагдсан уурхайн нөхөн сэргээлтийг дутуу дулимаг хийх нь тухайн нийгмийн бүхий л хэсэг болох төр засаг, нийгэм, хамт олон, аж ахуйн нэгжид сөрөг үр дагавар авчирдаг.
- Уурхайн бүтээн байгуулалтыг эхлэх цаг мөчөөс эхлэн уурхайн нөхөн сэргээлтийг төлөвлөж, нөхөн сэргээлтийн ажлыг эртлэн хийгээгүйгээс болж нөхөн сэргээлтийг хэмжих гол шалгуурыг давсан үр дүнд хүрэхүйц мэдлэг хуримтлуулж, зохих боловсон хүчнийг бэлтгэхэд хүндрэл гарч болзошгүй.

2.1 Уурхайн нөхөн сэргээлт гэж юу вэ?

Уурхайн нөхөн сэргээлт гэдгийг энэхүү гарын авлагад дараах байдлаар тодорхойлжээ. Үүнд:

Нөхөн сэргээлт гэдэг нь уурхайн үйл ажиллагаа зогссоны дараа тухай уурхайн талбайг хэрхэн яаж, ашиглахаар төлөвлөж байгаагаас хамааран тухайн газар нутгийн бүтцийн зураг төслийг боловсруулах, газар нутгийг хуучин дүр төрхөд нь оруулах, тогтвортой эко тогтолцоог бий болгох, эсхүл өөр төрлийн ургамал тарьж нутагшуулах үйл ажиллагааг хэлнэ.

Уурхайн нөхөн сэргээлтийг хийх төлөвлөгөөг боловсруулахдаа дараах гол зорилгод нийцүүлсэн байвал зохино. Үүнд:

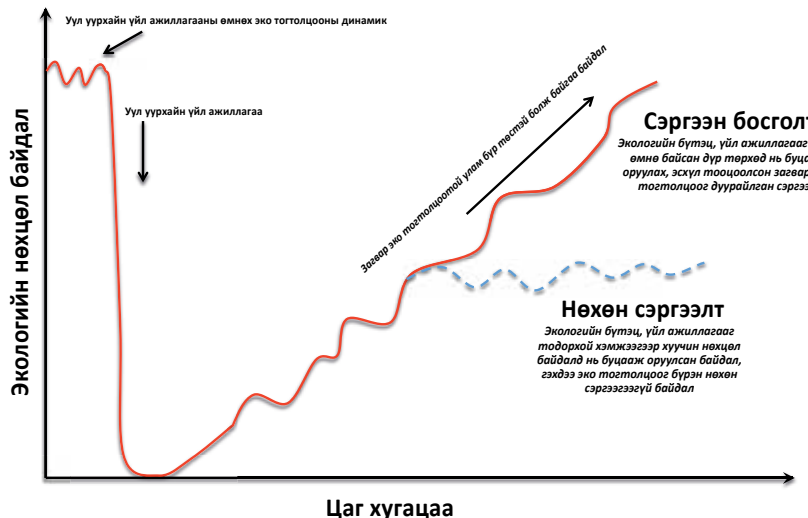
1. Тухайн уурхайн талбайн гадаргуун бүтэц, хөрс, гидрологийн удаан хугацааны тогтвортой байдлыг хангасан байх
2. Тухайн бүс нутгийн экологийн төрөл зүйлд идээшэх орчин, хүн амд үйлчилгээ үзүүлэхүйц эко тогтолцоог хэсэгчлэн буюу бүтнээр нь сэргээн засварласан байх (WA EPA 2006)
3. Хүрээлэн буй орчныг бохирдуулахаас урьдчилан сэргийлэх.

Уул уурхайн үйл ажиллагаа болон өөр зориулалтаар ашигласны улмаас гэмтэж эвдэрсэн газар нутгийг сэргээн засварлах ажлыг тодорхойлохдоо нөхөн сэргээлт, дахин эзэмших, сэргээн босголт, засварлалт, хуучин төрх байдалд нь эргүүлж оруулах, өвс ногоо, бут мод, ургамал дахин тарьж ургуулах зэрэг олон төрлийн нэр томьёог ашигласан байдаг тул Австрали дахь Экологийн сэргээн босголтын практикт хэрэглэх үндэсний стандартад (Standards Reference Group SERA 2016) нийцүүлэн тохируулах зорилгоор энэхүү гарын авлагад ашигласан хоёр гол нэр томьёо нь *нөхөн сэргээлт - rehabilitation* болон *сэргээн босголт - restoration* болно.

Нөхөн сэргээлт - rehabilitation болон *сэргээн босголт - restoration* хэмээх энэ хоёр нэр томьёоны тодорхойлолтын ач холбогдол хэр оновчтой болох талаар маргаантай хэдий боловч энэхүү хоёр өөр үйл явцын хооронд ямар ялгаа байгааг ойлгох нь практикийн ач холбогдолтой. Дээр дурдсан ялгааг ойлгох нь байгаль орчныг нөхөн сэргээж, засварлах үйл явцад мөрдөх бодлого, хууль тогтоомж болон зохицуулалт хоорондын уялдаа холбоо, харилцан хамаарлыг нэг мөр болгоход чухал ач холбогдолтой юм.

Нөхөн сэргээлт, сэргээн босголтын траекторийг Зураг 1-ээс харж болно. Үүнд Ү тэнхлэг нь экологийн нөхцөл байдал, харин тахир зураас нь тодорхой цаг хугацааны дараа тэд ямар өөрчлөлтөд орсныг илтгэн харуулж байна.

Зураг 1: Нөхөн сэргээлт болон сэргээн босголт хоорондын ялгааг (Standards Reference Group SERA (2016)) тодруулах зорилготой бодисын төлөв ба шилжилтийн концепцийг (Grant 2006 болон Doley & Audet 2014-ийн шинэчилсэн найруулал дээр үндэслэсэн таамгийн эко тогтолцооны хөгжлийн загвар.



Эх сурвалж: Брадшоугийн дараа (1987)

Уурхайн үйл ажиллагаа дууссаны дараа бүтэц, үйл ажиллагааны доройтол явагддаг. Тиймээс нөхөн сэргээлт нь эко тогтолцооны үйл ажиллагаа болон газар хөрсний үржил шимийг хуучин хэвэнд нь буцаан оруулах зорилготой хэдий боловч анх байсан эко тогтолцооны үед газар нутгийн ашиглалтын зориулалт болон байгалийн төрөл зүйлийн бүтцээс арай өөр байна. Шинээр бүрэлдсэн эко тогтолцоо нь урьд өмнө байсан эко тогтолцоотой харьцуулбал бүтцийн хувьд арай энгийн байх хэдий боловч үржил шимийн хувьд харин давуу байж болох талтай, учир нь урьд өмнө байсан ой модтой газар нутгийг өвс ногоо бүхий бэлчээрийн нутгаар сольсонд оршино. Эсхүл, гибрид буюу цоо шинэ эко тогтолцоог хуучинтай нь харьцуулбал энгийн боловч бага үржил шимтэй байж болно, тухайлбал зэрлэг ургамал өвсний сууринд хагдардаггүй далдуу мод тарьж ургуулснаас үржил шимээр тааруу энгийн ургамал ургасан байж болно.

Дээрх байдлыг харьцуулан үзвэл, сэргээн босголт гэдэг нь тухайн эко тогтолцоо, үйл ажиллагааг эвдэрч гэмтэхээс өмнөх хуучин дүр төрхөд нь сэргээх гэсэн илүү томоохон зорилготой байдаг, эсхүл загвар эко тогтолцоог хүссэн байдлаар нь хувилж олшруулахаас бус хуучин өмнөх бүтэц, үйл ажиллагаа, бүрэлдэхүүнтэй яг ижил төстэй болгох зорилготой биш юм.

Онцлох чухал зүйл гэвэл, эко тогтолцоо нь хөгжихийн хэрээр нэр томьёоны тодорхойлолт нь салаа утгатай, эсхүл цаг хугацааны эрхээр мөн өөрчлөн шинэчлэгдэж болзошгүй. Тухайлбал, нөхөн сэргээсэн эко тогтолцоо буюу тухайн газар нутгийн дүр төрх өөрчлөгдөж, байгалийн анхны дүр төрх буюу сэргээн боссон эко тогтолцооны түвшинд хүрч өөрчлөгдөж болно. Эсхүл эсрэгээрээ, сэргээн босгож байгаа мэт эко тогтолцоо нь удирдлагын үйл ажиллагааны дутмаг байдлаас бүр мөсөн орхигдож, нөхөн сэргээлт хийгдэж байгаа мэт сэтгэгдэл төрүүлж болзошгүй юм.

2.2 Тогтвортой хөгжил хэмээх ойлголтын хүрээн дэх нөхөн сэргээлт

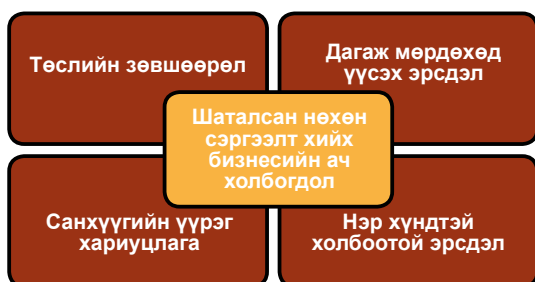
Уул уурхайн үйл ажиллагаа бол газар нутгийг түр хугацаанд ашиглаж байгаа үйлдэл (гэвч зарим тохиолдолд уурхайг он удаан жил ашиглах явдал бий) бөгөөд уг үйл ажиллагаа нь ирээдүйд, хэзээ нэгэн цагт зогсоно гэдэг нь ойлгомжтой асуудал юм. Эрдсийн нөөц шавхагдсан, эсхүл үйл ажиллагааны зардал нь үр ашгаас давсан тохиолдолд уурхайн үйл ажиллагааг зогсоож, уурхайг хаадаг. Уурхайг хаах нь энэхүү ажиллагаанаас болж гэмтэж доройтсон газрыг тогтвортой дахин ашиглах боломж бүхий байдалд оруулахад чиглэсэн нөхөн сэргээлт хийх боломжтой болгодог.

Австралийн уул уурхайн компаниудын хувьд нөхөн сэргээлт нь тэдгээрийн тогтвортой хөгжлийн стратегийн бүрэлдэхүүн хэсэг нь байдаг. Аливаа компанийн байгаль орчны асуудалд хандаж байгаа хандлага буюу нөхөн сэргээлтийн ажил нь тухайн компанийн үйл ажиллагааг хэмжих нэгэн чухал шалгуур үзүүлэлт болдог. Хаагдсан уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажлыг дутуу дулимаг хийх нь тухайн нийгмийн бүрэлдэхүүн хэсэг буюу төр засаг, нийгэм хамт олон, аж ахуйн нэгжид сөрөг үр дагавар авчирдаг.

2.3 Нөхөн сэргээлтийн бизнесийн ач холбогдол

Уурхайн нөхөн сэргээлтийн бизнесийн ач холбогдлыг тодорхойлогч хэд хэдэн хүчин зүйл байдаг (Зураг 2). Газар нутгийг уул уурхайн чиглэлээр олборлон ашиглахын тулд тухайн газар нутгийн ашиглалт нь ямар байх асуудлыг аж ахуйн нэгж компаниуд нотлон харуулах хэрэгтэй болдог. Нөхөн сэргээлт нь тухайн компанийн үйл ажиллагааны үр дүнгийн гол шалгуур үзүүлэлт яах аргагүй мөн. Нөхөн сэргээлтийн тэргүүний туршлагыг нэвтрүүлснээр богино болон дунд хугацаанд өрсөлдөгчөөсөө давуу байдалтай болж, улмаар энэхүү давуу байдал нь тухайн газар нутгийг ашиглах эрх олж авах баталгаа нь болох магадлал ихтэй. Эзэмших газраа зөв ашиглах, ялангуяа нөхөн сэргээлтийн ажлыг амжилттай хийх хүсэл, үнэнч эрмэлзэлээ сайн илэрхийлээгүй тохиолдолд лиценз олголтын асуудал хойшлогдохоос гадна уг уурхайг хөгжүүлэх боломжоо бүр мөсөн алдах эрсдэлд орж болзошгүй юм.

Зураг 2: Уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажлын бизнесийн ач холбогдол



2.3.1 Шаталсан нөхөн сэргээлт

Уурхайн үйл ажиллагааг эхлэх үеэс (эсхүл төсөл боловсруулах явцын сүүлийн хэсэгт) нөхөн сэргээлтийн ажлыг эхлүүлж чадаагүйгээс болж тогтвортой үр дүнд хүргэхэд шаардлагатай байдаг мэдлэг, чадавхийг бий болгож чадахгүйд хүрдэг. Цаашилбал, уурхайг хаах ажлыг эхлүүлэх үед нөхөн сэргээлтийн томоохон хөтөлбөрийг амжилттай хэрэгжүүлж чадахуйц ур чадвар, тоног төхөөрөмж, шаардлагатай техникийн мэдлэг бий болгоогүй байж болох юм. Энэ тохиолдолд нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүн хангалтгүй байх бүрэн үндэстэй тул алдааг засч залруулахад ихээхэн хэмжээний хөрөнгө мөнгө шаардагдаж, уурхайг амжилттай хаах боломж улам бүр багасна.

Нөхөн сэргээлтийн ажлыг амжилттай хийж гүйцэтгэнэ гэдэг нь тухайн уурхайн талаарх мэдээлэл, судалгаа, хяналт шинжилгээн дээр үндэслэсэн нөхөн сэргээлтийн ажлыг тогтмол сайжруулах замаар хийж гүйцэтгэхийг хэлдэг. Энэ ажлын явцад гарч болзошгүй боломж болон хүндрэл бэрхшээлийг тухайн бүрт нь нягталж шалгаж байх нь нөхөн сэргээх олон боломжийг уурхайн үйл ажиллагааны явцад алдахгүй байж чадна. Тийм учраас энэ чиглэлээр хийх хөрөнгө оруулалтыг хойшлуулснаар уурхайн үйл ажиллагаа зогссоноос хойш газар эзэмшлийн эрхийг буцааж өгөх үйл явц хойшлогдож, улмаар зардал өсч, зарим тохиолдолд тухайн байгууллага шаардлагагүй хуулийн үүрэг хариуцлагыг илүү олон жилийн хугацаанд хүлээж болзошгүй нөхцөл байдалд хүрдэг.

2.3.2 Дагаж мөрдөхөд үүсэх эрсдэл

Зохицуулалтын шаардлагыг эс биелүүлсэн тохиолдолд хяналт шалгалтын байгууллагын анхаарлыг улам ихээр татаж, улмаар компанийн үйл ажиллагаанд нэмэлт хязгаарлалт тавих, шаардлагыг биелүүлэх явцад илүү зардал гарахаас гадна хууль, эрх зүйн холбогдолтой зардал мөн гарч болзошгүй юм. Нөхцөл байдлыг бүр муугаар төсөөлбөл, тухайн компани нь дээрх тохиолдолд үйл ажиллагаа явуулах нийгмийн зөвшөөрлийг алдаж болзошгүй бөгөөд улмаар эрдэс баялгийн нөөцийг цаашид эзэмших боломжгүй болох талтай.

2.3.3 Санхүүгийн эрсдэл

Уурхайг хаах төлөвлөгөөний нэг амин чухал хэсэг бол уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажил бөгөөд энэ талаар хийх төлөвлөлтийг үр дүнтэй, эрт хийж эхэлбэл нөхөн сэргээлтийн зардлыг бууруулж чадна. Шаталсан нөхөн сэргээлт нь уурхайг хаах төлөвлөгөө бодитой, үр дүнтэй байх эсэхийг урьдчилан мэдэх боломжийг олгодог. Хууль эрх зүйн үүднээс харвал, мужийн засгийн газрууд нөхөн сэргээлтийн ажил болон уурхайн хаалт хоорондын холбоо харилцаа амин чухал болохыг онцолж, улмаар уурхайг хаах хүртэлх төлөвлөгөөг боловсруулахыг шаардаж байна (DTIRIS 2013).¹

2.3.4 Нэр хүндийн эрсдэл

Нөхөн сэргээлтийн ажлыг чанаргүй, муу хийж гүйцэтгэвэл зохицуулагчид болон гадаадын хөрөнгө оруулагч, оролцогчдын дунд нэр хүндээ алдах эрсдэлтэй. Энэ нь тухайн төслийн зөвшөөрлийг авах үйл явц удаашрах, лиценз зөвшөөрөл олгоход тавигдах нөхцөл болзлын босгыг нь хэт өндөр болгох, эсхүл компанийн үйл ажиллагаа явуулах эрхээ хасуулах зэрэг сөрөг үйлдлээр илэрч болно. Нөгөөтэйгүүр, хэрвээ нөхөн сэргээлтийн ажлыг чанартай, сайн гүйцэтгэж ирсэн бол дээрх байдал нь тус компанийг бусдаас онцлохоос гадна хууль тогтоогчид болон орон нутгийн иргэд тухайн компанийг хамтран ажиллаж болох итгэл найдвартай түнш хэмээн үзэж болох юм.

2.3.5 Нөхөн сэргээлтийн ажил болон эко тогтолцооны үйлчилгээ

Экологийн сэргээн босголтын нийгэмлэгээс сэргээн босголт (уул уурхайн ойлголтоор бол нөхөн сэргээлтийн ажил) амжилттай болсон эсэхийг хэмжих дараах есөн төрлийн эко тогтолцооны онцлогийг зөвлөж байна (SER 2004): Үүнд:

- Эко тогтолцооны биологийн төрөл зүйлийн бүтэц нь нэр заасан уурхайтай төстэй байх
- Уугуул нутгийн ургамал амьтны төрөл зүйлтэй байх
- Урт хугацаанд тогтвортой байх нөхцөлийг бүрдүүлдэг тодорхойлогч бүлгүүд байх
- Нөхөн үржил бүрэн явагдах нөхцөлийг бүрдүүлэгч биет орчны чадавхитай байх
- Хэвийн үйл ажиллагаатай байх
- Тухайн газар нутгийн байдалтай зохицсон байх
- Байж болох аюул эрсдэлийг устгасан байх
- Байгалийн элдэв өөрчлөлтөд уян, тэсвэртэй байх
- Өөрийгөө тэтгэн авч явах чадвартай байх

Дээр дурдсан бүх онцлогт мониторинг хийх санхүүгийн нөөц чадавхтай сэргээн босголтын судалгаа цөөн байсан гэж Рүйз-Жэн болон Эйд нар 2015 онд явуулсан судалгаандаа дүгнэжээ. Хэвлэгдэн гарсан 68 судалгааг тэд судалж үзэхэд тэдгээр судалгаануудад дараах гурван төрлийн хэмжүүрийн аль нэгийг нь голлож судалсан байжээ. Үүнд: олон төрөл зүйл, ургамлын бүтэц, болон экологийн үйл явцын төлөв. Эдгээрээс олон төрөл зүйл болон ургамлын бүтэцтэй харьцуулбал үр дүн нь удаан хугацаанд мэдэгддэг экологийн үйл явцыг бараг хэмжиж судалдаггүйг тэд олж тогтоожээ.

Мониторингийн үйл ажиллагааг амжилттай болгох нэг чухал хүчин зүйл болох экологийн үйл явц болон эко тогтолцооны үйлчилгээг ашиглахад уурхайн талбайд нөхөн сэргээлтийн ажлыг цогцоор нь хийхгүй байгааг онцлон анхаарах шаардлагатай. Зарим тохиолдолд жижиг, салангид газарт хийгдэж байгаа нөхөн сэргээлтийн ажилд сайн хийгдэж байгаа эсэхэд мониторинг хийхэд эко тогтолцооны үйлчилгээг ашиглах боломжгүй байдаг байна.

¹ Уурхайг хаах тэргүүн туршлагын гарын авлага энэ асуудлыг тал бүрээс дэлгэрэнгүй авч үзэж байна.

3.0 НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙГ АМЖИЛТТАЙ ХИЙСЭН ТУРШЛАГААС

Гол утга санаа:

- Нөхөн сэргээлт нь их хэмжээний хөрөнгө мөнгө шаарддаг учир түүнийг урьдчилан сайтар төлөвлөж, хэрэгжүүлэх шаардлагатай.
- Нөхөн сэргээлтийн ажлыг амжилттай хийж гүйцэтгэхийн тулд SMART (S – тодорхой, M – хэмжиж болохуйц, A – хүрч болохуйц, R – хамаатай, T – цагт нь багтааж) зорилт, зорилгыг тодорхойлох нь нэн чухал.
- Нөхөн сэргээлтийн амжилтыг хэмжих хэмжүүр шалгуурыг холбогдогч бүх талуудын (тухайлбал, тухайн орон нутгийн иргэд болон төр засаг) оролцоотойгоор боловсруулж хэрэгжүүлэх шаардлагатай.

Нөхөн сэргээлт нь их хэмжээний хөрөнгө мөнгө шаарддаг тул уг ажил амжилтгүй болсон тохиолдолд түүнийг дахин хийх боломж хомс байдаг. Тиймээс нөхөн сэргээлтийн ажлыг тогтмол, үр өгөөжтэй явуулах талаар хүчин чармайлт тавих хэрэгтэй байдаг. Амжилттай байхын тулд нөхөн сэргээлтийн ажлыг дараах үе шатаар хийвэл зохино (Зураг 3). Үүнд:

3 дугаар зураг: Нөхөн сэргээлтийг хийх үе шатны төлөвлөлт ба хэрэгжилт



3.1 Нөхөн сэргээлтийн зорилт, зорилго

Аливаа төслийн хувьд нөхөн сэргээлтийн ажлыг төлөвлөх, хэрэгжүүлэхэд зорилт, зорилгыг тодорхойлох нь маш чухал. Уг ажлыг эхлэхээс өмнө дэвшүүлсэн тодорхой зорилтыг холбогдох байгууллага, хүмүүст мэдэгдсэнээр тэд санал дэвшүүлж, тэдний зөвлөгөөг авах боломжтой болно. Амжилтыг хэмжих шалгуур нь нөхөн сэргээлтийн зорилтыг бүрэн хэмжээгээр ойлгуулахаас гадна нөхөн сэргээлтийн ажлын хүрээнд дэвшүүлсэн зорилтууд, түүний дотор уг ажил тогтвортой хэрэгжих бүрэн боломжтой болно гэдэг итгэл үнэмшлийг төрүүлэх болно.

Нөхөн сэргээлтийн ерөнхий зорилтууд нь уурхайн хооронд, мөн нэг уурхайн дотор ч өөр өөр байж болно. Уурхайн түвшинд дэвшүүлэх зорилтуудыг дараах байдлаар тодорхойлж болно. Үүнд:

- Уул уурхайн үйл ажиллагаа эхлэхийн өмнөх дүр төрхийг сэргээхийн тулд уурхайн тодорхой нутаг дэвсгэрт сэргээн босголт хийх буюу түүнийг дахин ашиглах (Австралийн бүх уурхайн 75 хувь нь уугуул ургамлын төрлийг ашигладаг. Уугуул ургамлын төрөл зүйлээр экотогтолцоог бий болгосноор уг тогтолцоо өөр өөрийгөө тэтгэж явах илүү чадвартай байдаг)
- Уурхайн үйл ажиллагаа эхлэхээс өмнөх нөхцөл байдлыг сайжруулахын тулд хийх нөхөн сэргээлт (тухайлбал, Хантер Вэлли дэх нүүрсний уурхайд хийгдэж байгаа нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүнд бэлчээрийн даацыг сайжруулж байна)
- Нөхөн сэргээлтийг хийснээр газар нутгийг өөр зориулалтаар, хүчин чадлаар ашиглах (гольфийн талбай, нуур цөөрөм, ойжуулсан талбай, орон сууцны бичил хороолол, хүүхдийн тоглоомын талбай зэргийг урьд нь уурхайн газруудад байгуулах).

Нөхөн сэргээлтийн ажлын өөр нэг зорилт нь бохирдлын удирдлага, түүнчлэн хүний эрүүл мэнд, аюулгүй байдалд учруулж болзошгүй эрсдэлийн удирдлагыг хангахад оршино.

Кейс судалгаа 1: Квинслэнд болон Нью Саут Уэйлс дэх нүүрсний уурхайд Англо Американ компанийн хэрэгжүүлж буй нөхөн сэргээлтийн ажлын зорилтууд

Англо Американ компанийн Коул Австралийн нөхөн сэргээлтийн ерөнхий зорилтууд:

Уурхайн үйл ажиллагаагаас эвдэрсэн газар нутгийг найдвартай, тогтвортой, бохирдолд нөлөө үзүүлэхгүй түвшинд нөхөн сэргээх, ингэхдээ хөрөнгө оруулагч, оролцогч талуудын ашиг сонирхлыг тусгах.

Бүх уурхайд зориулж хийсэн нөхөн сэргээлтийн ерөнхий зорилтыг уурхай тус бүрийн зорилтуудад тусган хамтатган нарийвчилж тодорхойлдог. Ийнхүү нарийвчилсан зорилтууд нь ерөнхий зорилтуудад тусгасан тогтвортой ажиллагааны зорилтод илүү анхаарч уурхайг хаах төлөвлөгөөтэй уялдуулдаг.

Англо Американ компанийн газар нутгийг ашиглах үйл ажиллагааны төлөвлөгөө нь арчилгаа бага шаарддаг, нутгийн уугуул ургамлыг тарьж ургуулах болон нөхөн сэргээсэн газрыг малын бэлчээрт ашиглах боломжтой болгох гэсэн гол хоёр зорилттой. Эдгээр зорилтуудыг уурхайн байгаль орчны асуудал эрхэлсэн албаны хүмүүсээс батлуулсан байх шаардлагатай байдаг.

Нөхөн сэргээлтийн зорилтуудыг тодорхойлохдоо ижил төстэй уурхайн жишээг хэрэглэх нь нөхөн сэргээлтийн үр дүнгийн бүтэц, зохион байгуулалт, үүргийг өөрийнхөөр тодорхойлоход тус нэмэр болж болно. Хамгийн чухал нэг зүйл нь гэвэл нөхөн сэргээгдсэн уурхай нь ижил төстэй уурхайтай хэзээ ч яг адил байж чадахгүй, зарим тохиолдолд эрс өөр ч байж магад. Тиймээс ижил төстэй уурхайн жишгийг дагаж болохгүй гэж байгаа биш, харин асуудалд ингэж жишиг хандах боломж үргэлж байдаггүй гэдгийг онцлох нь зүйтэй. Тухайн газар нутгийг ямар зорилгоор ашиглахтай холбоотойгоор уурхайн нөхөн сэргээлтийн тодорхой зорилтуудыг бий болгох хэрэгтэй. Нутгийн уугуул ургамлыг тарьж ургуулахтай холбогдсон нөхөн сэргээлтийн ажлын тодорхой зорилгыг дараах байдлаар тайлбарлаж болно. Үүнд:

Ижил төрлийн эко тогтолцоотой (ярьж тохирсон загварын талбайд), газар нутгийн бүтэц нь тогтвортой, ургамлын бүрхүүл нь өөрийгөө тэжээж чаддаг тийм тодорхой газар нутагт арчилгаа бага шаарддаг, нутгийн уугуул ургамал тарьж ургуулж нөхөн сэргээлт хийх.

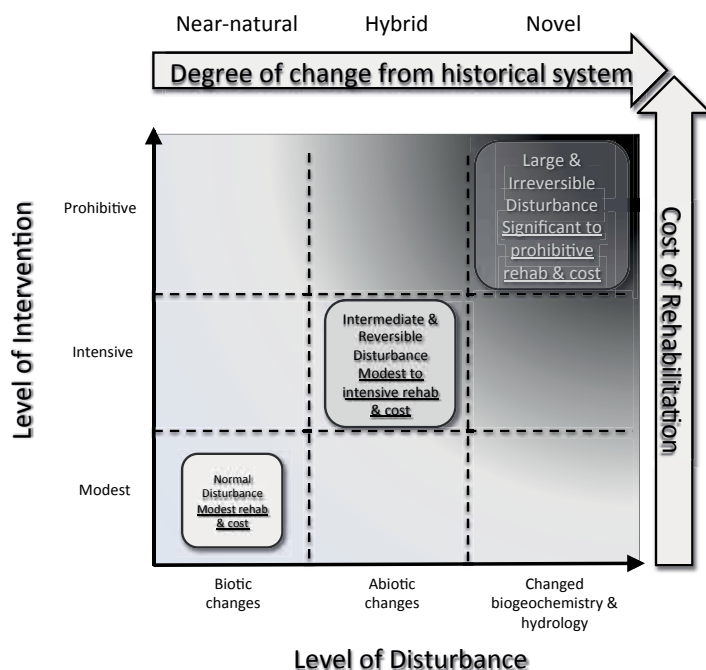
Малын бэлчээрт зориулж нөхөн сэргээлт хийх зорилтын нэг жишээ:

Тодорхой заасан газар нутгийг малын бэлчээрт зориулж нөхөн сэргээлт хийх, ингэхдээ уул уурхайн үйл ажиллагаа явуулаагүй бүс нутгийн малын даацтай дүйх түвшинд хийхийн хамт газар нутаг, тэнд ургадаг ургамлын бүрхүүл нь тогтвортой байх.

Уул уурхайн нөлөөний цар хүрээ, төрлөөс (тухайлбал, хөнгөн цагааны хүдэр олборлох явцад хөрсний гадаргууг хуулах, эсхүл нүүрс болон маталлыг ил аргаар олборлох) мөн тухайн орон нутгийн хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсээс хамааран тухайн уурхайн нөхөн сэргээлтийн талаар дэвшүүлсэн зорилт, зорилгын хувь заяа шийдэгддэг. Австралийн ихэнх уурхайнууд нь хөдөө аж ахуйн үржил шимтэй буюу ургамал ихтэй газар нутагт байхаар, эсвэл өмнөх экотогтолцоотой төстэй болгохоор нөхөн сэргээлтийг хийхэд хэцүү буюу бараг боломжгүй тийм нутаг дэвсгэрт байрладаг (Doley & Audet 2016; Mulligan 1996; Tongway & Ludwig 2011). Биет нөөцийн (жишээлбэл, хөрсний биет болон тэжээллэг чанар, хур тундас орох магадлал г.м.) хэмжээ нь хязгаарлагдмал, тухайлбал хагас цөл бүхий нутаг дэвсгэрт энэ асуудал илүү хурцаар тавигддаг. (Audet et al. 2013; Vickers et al. 2012).

Эрдэс баялгийг олборлож байгаа арга барилаас хамаарсан газрын эвдрэлийн хэмжээ болон тухайн орон нутгийн байгаль орчны хүчин зүйлс хоёроос тухайн нөхөн сэргээлтийн ажил үр дүнтэй болох эсэх ихээхэн хамаардаг (Doley & Audet 2013) (4 дүгээр зураг).

4 дүгээр зураг: Урьд нь байсан экотогтолцоо хэр зэрэг өөрчлөгдсөн болон эвдэрсэн газар нутагт нөхөн сэргээлт хийхэд гарсан зардлыг газрын эвдрэлийн байдал болон бодитой хэрэгжүүлэх арга хэмжээний түвшин хоорондын харилцаа холбоогоор тодорхойлох нь.



Эх сурвалж: Doley & Audet (2013)-ийн шинэчилсэн найруулга, Jackson & Hobbs (2009), Seastedt et al. (2008).

Аливаа уурхайд хийх нөхөн сэргээлтийг тухайн уурхайн нутаг дэвсгэр дээрх талбайд харилцан адилгүй арга барилаар хийдэг. Ийм талбайг ерөнхийдөө 'domains' буюу 'хүрээ' гэж нэрлэдэг бөгөөд үүнд ил уурхайн хонхор, хаягдал чулууны овоолог, хүдрийн хаягдлын агуулах, зам гүүр, дэд бүтэц, хуулсан хөрсний овоолог, горхины урсацын өөрчлөлттэй газар, налуу зам, эргэлтэд ороогүй талбай хамрагддаг. Ийм өөр өөр төрлийн талбайд нөхөн сэргээлтийн зорилт, аргачлал, үр дүнгийн үзүүлэлтүүд нь харилцан адилгүй байна. Зарим 'хүрээ'-нд (тухайлбал, дэд бүтэц, зам гүүр) нөхөн сэргээлтийг уурхай хаах хүртэл хийх боломжгүй. Харин өөр 'хүрээ'-нд (тухайлбал, хаягдал чулууны овоолог болон хүдрийн хаягдлын далан) уурхайн үйл ажиллагаа явж байгаа үед нь нөхөн сэргээлтийг шаталсан байдлаар хийх боломжтой байдаг болно.

Уурхайн талбайг ашиглахаас өмнөх нөхцөл байдал нь уурхайн үйл ажиллагаа зогссоны дараа тухайн уурхайн газар нутгийг хэрхэн яаж ашиглах хувилбаруудыг тодорхойлоход тус дэмж болдог бөгөөд үүнийг нөхөн сэргээлтийн зорилтод тусгах хэрэгтэй. Уурхайн үйл ажиллагаа эхлэхээс өмнөх газар нутгийн нөхцөл байдлыг баримтжуулах нь нөхөн сэргээлтийн дараах үр дүнгийн хэмжүүр болж болох учир уул уурхайн тухайн компани боломжоороо өөрийн эрх ашгийн төлөө иймэрхүү мэдээллийг баримтжуулах хэрэгтэй.

Газар ашиглалт болон газрын тохиромжтой байдал хоёрыг ялгаж салгаж ойлгох нь маш чухал. Газрын тохиромжтой байдал гэдэг нь газрын янз бүрийн (тухайлбал, хамгаалах, газар тариалан, бэлчээрийн) зориулалтаар ашиглах боломжийн жишиг хэмжүүр нь болдог. Одоо ашиглаж байгаа газар нутаг нь тухайн зориулалтад тохирч, эсхүл тохирохгүй ч байж болно. Үүний улмаас хөрс элэгдэлд орж, зэрлэг ургамал их хэмжээгээр ургаж болно, эсхүл хөрсөн дэх амьд биетүүд устаж үгүй болж, хөрсний тэжээллэг чанар алдах зэргээр хөрсний доройтлыг бий болгож болзошгүй юм. Хэрвээ газрын эвдрэл, доройтол ноцтой хэмжээд хүрсэн бол уурхайн үйл ажиллагаа дууссаны дараа уурхайн нутаг дэвсгэрийг ашиглах өөр хувилбаруудыг, тухайлбал гольфийн талбай, орон сууцны хороолол, цэцэрлэгт хүрээлэн, эсхүл аж үйлдвэрийн парк барьж байгуулах зэргийг сонгох нь хамгийн зөв арга байж болно.

3.2 Нөхөн сэргээлтийн амжилтыг хэмжих хэмжүүр үзүүлэлт

Уурхайг хаах болон газрын түрээсийг эцэслэх үед шаардагдах нөхөн сэргээлтийн арга хэмжээний үр дүнг хэмжих чанар болон тоон үзүүлэлтээр уурхайн талбайд хийсэн нөхөн сэргээлтийн амжилтыг хэмжинэ (WA EPA 2006). Энэ нь нөхөн сэргээлтийн үеийн биофизикийн үйл явцын амин чухал хэсэг болж нөхөн сэргээгдэж байгаа газар нутаг нь яваандаа нөхөн сэргээлтийн төлөвлөсөн хэмжээнд (нөхөн сэргээлтийн зорилт) хүрнэ гэсэн итгэлийг өгнө.

Нөхөн сэргээлтийн ажил үр дүнд хүрч, түрээслэн авсан уурхайн талаар хүлээсэн үүрэг хариуцлага дуусгавар болж байгааг илэрхийлэх шалгууруудыг тухайн компани илүүд сонирхдог. Төр засгийн байгууллагууд ч цаашид асуудалтай тулгарахгүйн тулд нөхөн сэргээлтийн ажлыг амжилттай болохыг хүсдэг, эсхүл үүрэг хариуцлагыг хувийн эзэмшилд, төрийн мэдлийн нутаг дэвсгэрийн хувьд үүрэг хариуцлагыг дараагийн эзэмшигчид шилжүүлэхийг хүсч байдаг.

Урт удаан хугацааны турш үр дүнг сайн байлгахын тулд нөхөн сэргээлтийн зорилт, үр дүнд хүрч болохуйц шалгуур болон тэдгээрт тохирсон гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүдийг (6.4-р хэсгийн үзнэ үү) өөр хооронд нь нарийн уялдаа холбоотойгоор тодорхойлох нь нэн чухал (5-р зураг).

5 дугаар зураг: Нөхөн сэргээлтийн зорилт тодорхойлох, үр дүнгийн шалгуур, гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүдийн хоорондын уялдаа холбоо



бүрийг уурхайн бүх талбайд хэрэглэж болохгүй, харин газрын эвдрэл болон тэдгээрт хэрэгжүүлэх арга хэмжээний түвшинг 4-р зураг т үзүүлсэн шиг тухайн талбайн онцлогт тохируулсан байх шаардлагатай.

Эх сурвалж: WA EPA (2006)-г шинэчлэн найруулав.

Нөхөн сэргээлт хийсэн газар нутаг олон жилийн дараа хуучин хэвэндээ ордог гэдгийг хүлээн зөвшөөрөх байдлыг нөхөн сэргээлтийн зорилтын хэрэгжилтийн үр дүнг хэмжих үзүүлэлт болгож болно. Гэсэн хэдий ч тодорхой цаг хугацааны дараа энэхүү үзүүлэлтийг шинэчлэх шаардлага мөн гарч болзошгүй юм. Тийм учраас үр дүнгийн үзүүлэлтийг эцсийн байдлаар бус, харин үе шатаар нь үнэлж дүгнэхийг хууль тогтоогчид хүлээн зөвшөөрөхөөс гадна нөхөн сэргээлтийн явцад алдаа гарвал түүнийг тухайн бүрт нь засч залруулах боломжтой байдаг. Үр дүнг хэмжих үзүүлэлтийг амжилттай хэрэгжүүлж буй нэгэн тэргүүн туршлагыг Алкоагийн жишээнээс харж болно (Кейс судалгаа 2).

Кейс судалгаа 2: Алкоагийн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайг хааж дууссан байдлыг үнэлэх шалгуур үзүүлэлт

Уурхайг хааж дууссан байдлыг үнэлэх шалгуур үзүүлэлтийг Алкоа компани Баруун Австралид байдаг хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайн үйл ажиллагаа шувтарга болсон 1990-ээд онд боловсруулж байжээ. Тиймээс 1988 оноос (эхэн үе) өмнө ашиглаж байсан нөхөн сэргээлтийн аргууд нь дараа дараагийн жилүүдтэй (өнөө үе) харьцуулбал өөр учир хоёр төрлийн шалгуур үзүүлэлтүүд хоёул хэрэгтэй болсон байдаг. Өнөө үеийн нөхөн сэргээлтэд хэрэглэх эхний шалгуур үзүүлэлтийг 1998 онд баталсан бол өмнөх үеийн шалгуур үзүүлэлтийг 2002 онд баталжээ. Алкоа компани шинэ мэдлэгийг (жишээлбэл, Алкоагийн судалгаа шинжилгээ, мониторингийн хөтөлбөр) боловсронгуй болгох, шинэ технологи болон холбогдох байгууллага, хүмүүсийн байнга өөрчлөгдөж байгаа хэрэгцээ шаардлагад нийцүүлэхийн тулд одоо хэрэглэж байгаа шалгуур үзүүлэлтийг тогтмол, байнга хянаж боловсронгуй болгосоор байна. Одоогийн байдлаар шалгуур үзүүлэлтүүдийг хоёр ч удаа шинэчлэн найруулжээ.

Нөхөн сэргээлтийн зорилтууд, газрын байдлыг хуучин хэвэнд нь оруулах, тогтвортой хөгжлийг хангах, газрын удирдлагыг уян хатан байлгах зэрэг мөрдвөл зохих олон зарчмыг тусгах зорилгоор шалгуур үзүүлэлтүүдийг анх боловсруулж байжээ. Нөхөн сэргээлтийн янз бүрийн үе шатанд, мөн экотогтолцооны хөгжлийн эхэн болон сүүл үед түүний явц, үр дүнг дүгнэж нэгтгэдэг. Сонгож авсан шалгуур үзүүлэлтүүдийг эртнээс үнэлж дүгнэх нь алдаа дутагдлыг цаг алдалгүй, бага зардлаар засаж залруулах боломжийг өгдөг. 2016 оноос хойш хэрэгжүүлсэн уурхайн үйл ажиллагаа дууссан байдлыг үнэлэх 30 төрлийн шалгуур үзүүлэлтийн нэгийг дараах хүснэгтээс харж болно. Түгээмэл ургадаг Жаррах (*jarrah - Eucalyptus marginata*) болон марри (*marri - Corymbia callophylla*) гэсэн хоёр төрлийн өндөр модны ургалтын байдлыг (9 сартайд) тэдгээрийг тарьсан эхний жилд нь үнэлжээ. Ингэснээр модыг дахин тарих, үр дахин суулгах, ургамлын ургацыг шингэрүүлэх (хогийн ургамлын хор ашиглах замаар) ажлыг цаг алдалгүй хийх боломжтой болсон юм. Алкоа компани үнэлгээ хийх ажлыг өөрөө дотооддоо хийж гүйцэтгэдэг бол Баруун Австралийн цэцэрлэг, амьд байгалийн хэлтэс (БАЦАБХ) шалгалт үзлэг, аудитийг газар дээр нь жил бүр хийдэг. Энэ хоёр төрлийн модыг модны үйлдвэрт ашиглах зорилгоор тарьж ургуулахад усны хангамж, ойн бусад нөхцөл байдлын онцлогийг сайтар судалдаг юм.

2016 оноос хойш баталж мөрдсөн нөхөн сэргээлтийг хэмжих 30 шалгуур үзүүлэлтийн нэг (3. Эхэн үе – эхний 5 жилд; 3.1 Ургамалжуулалтыг хийж гүйцэтгэх)

ШАЛГУУР ҮЗҮҮЛЭЛТ БА ЗОРИЛГО	МӨРДӨХ УДИРДАМЖ	СТАНДАРТ	ЗАСЧ ЗАЛРУУЛАХ АРГА ХЭМЖЭЭ
3.1.1 Өндөр модот ойг бий болгох нь (а) Жаррах болон марри төрлийн модыг стандартад нийцэхүйц хэмжээгээр тарих.	Тухайн газрыг ямар зорилгоор ашиглах гэж байгааг харгалзан хангалттай хэмжээний модыг нөхөн сэргээлтийн газар тарих. Алкоа компани 9 сарын мониторингийн тоо баримтын тайланг жил бүр БАЦАБХ-т өргөн барих. Тайланг БАЦАБХ хянаж үзээд хүлээн авсан тухай, эсхүл алдаа дутагдлыг засах талаар Алкоад заавал хариу мэдэгдэнэ. Баталгаажуулснаас хойш 3 сарын дараа Алкоа компанид БАЦАБХ-аас дээр дурдсанаас өөрөөр хариу мэдэгдээгүй бол ойн байгууламж нь стандартад нийцсэн гэж үзнэ.	Мод тарих талбайн нэг га газарт тарих модны ишний дундаж тоо ширхэг (9 сарын мониторингийн тоо баримт): • Доод хэмжээ: Нэг га газарт 600 ширхэг eucalypt буюу хагдардаггүй далдуу модны иш (түүний дотор наад зах нь нэг га газарт 150 ширхэг жаррах модны иш болон 200 ширхэг марри модны иш) • Дээд хэмжээ: Нэг га газарт 1,400 ширхэг хагдардаггүй далдуу модны иш • Төлөвлөгөө: Нэг га газарт 1,000 ширхэг хагдардаггүй далдуу модны иш (ачаа тээвэрлэж байгаа зам болон уурхайгаас бусад газарт < 2 га). Нөхөн сэргээгдээгүй газар (2 га-гаас бага газар) нь 0.5 га-гаас илүү байх (9 сарын мониторингийн дүнг үндэслэж тооцсон, эхүл 5 орчим настай болсон модыг агаараас авсан зургийг шинжилсэн байдлаар) бөгөөд га тус бүрт 100 ширхэгээс цөөн иш тарих.	Үнэлгээ хийж, стандартад нийцээгүй гэсэн үр дүн гарсан тохиолдолд Алкоа компани холбогдох баримт бичиг, зөвлөмжийг БАЦАБХ-т өгнө. Нөхөн сэргээсэн газар наад захын стандартад нийцээгүй тохиолдолд тэр даруйд (тохирсон нөхцөл байдал бий болсон тохиолдолд л) стандартад нийцүүлэх зорилгоор Алкоа мод дахин тарьж, модны үр суулгана. Стандартад дээд зэргээр нийцүүлэн нөхөн сэргээгдсэн газрыг БАЦАБХ шалгана, харин мод шигүүн ургасан тохиолдолд Алкоа компани шаардлагад нийцсэн хэмжээнд өгтөн ургасан модыг тайрч шингэлнэ.

БАЦАБХ = Баруун Австралийн цэцэрлэг, амьд байгалийн хэлтэс.

Уурхайн үйл ажиллагааг бүрэн хаахад мөрдөх шалгуур үзүүлэлтийг бүрэн хэмжээгээр нь дараах холбоосоос үзэж болно. Үүнд: <http://www.dsd.wa.gov.au/alcoa's-bauxite-mine-rehabilitation-program>.

Дараагийн шатны үнэлгээний зорилго нь нөхөн сэргээлт зохих үр дүнтэй байгааг болон ирээдүйд ойн менежмент хийхэд шаардагдах зам харгуйг барьсан эсэхийг тогтооход оршино. Газар эзэмших эрхийг буцаах өргөдлийг гаргахдаа зөвхөн нөхөн сэргээлт хийсэн газар тус бүрээр бус, харин тухайн дэд бүс нутгийг бүхэлд нь хамааруулсан байдлаар төлөвлөдөг. Хяналт шалгалт хийх тохиролцсон дэс дараалал, засч залруулах ажлыг хийж гүйцэтгэсэн тухай гарын үсэг зурсны дараа л үнэлгээний ажлыг хийнэ. 2005 онд үйл ажиллагаа нь зогссон Алкоагийн Жаррадэйл дэх 975 га уурхайн талбайд нөхөн сэргээлт хийсэн бөгөөд уг газрыг мужийн Засгийн газарт буцааж өгч, Алкоад зохих гэрчилгээг олгосон байна. Энэ нь Австралид анх удаа уул уурхайн компани ийм томоохон хэмжээний газарт нөхөн сэргээлт хийж дууссаны дараа газар эзэмших эрхийг бүр мөсөн буцааж өгсөн тохиолдол юм. Жаррадэйл дэх уурхайд нэмж 380 га талбайд нөхөн сэргээлт хийж дууссан тухай гэрчилгээг Алкоа компанид 2007 онд олгожээ.



Алкоа компанийн Жаррадэйл дэх уурхайн нэг хэсгийг буцааж авсан тухайг нотолсон гэрчилгээ.

Нэмж унших материал: Elliott et al. (1996); Grant (2007); Grant & Koch (2007).

Үр дүнг хэмжих шалгуурыг боловсруулах эхний алхам бол мөрдөж ажиллах зарчмыг боловсруулах явдал бөгөөд ингэснээр уурхайн талбай тус бүрт хийсэн ажлын үр дүнг хэмжих үзүүлэлтийг боловсруулж болдог юм. Энэхүү мөрдөх зарчим нь дор дурдсан зүйлийг тусгасан байвал зохино. Үүнд:

- Нөхөн сэргээлтийн зорилтууд биелэгдсэн.
- Нөхөн сэргээгдсэн талбайг хүрээлэн буй газар нутагтай нь хослуулж, бохирдол үүсгэхгүй байна.
- Нөхөн сэргээлтийн ажил тогтвортой үр дүнтэй, уян хатан байна.
- Нөхөн сэргээгдсэн талбай нь хүрээлэн буй газар нутагтай зохицсон байх бөгөөд нэмж хөрөнгө хүч шаардахгүй.

Хоёр дахь үе шатанд зарчмын шалгуурууд амжилттай хэрэгжиж буйд үр дүнгийн үнэлгээг хийх цаг хугацааны ангиллыг тодорхойлно. Боловсруулсан зарчмыг олон удаа туршиж шалгах нь нэн чухал бөгөөд үр дүнг хэмжих цаг хугацааны ангиллыг дараах байдлаар тодорхойлж болно. Үүнд:

- бүтээн байгуулалт ба олборлолт
- нөхөн сэргээлтийн үйл явц
- нөхөн сэргээлтийн эхний үе шат (0–5-жил хийгдэж буй нөхөн сэргээлт)
- Тогтвортой хэрэгжиж буй нөхөн сэргээлт (5-аас жил хийгдэж буй нөхөн сэргээлт).

Гуравдахь шат нь нөхөн сэргээлт хийх талбай тус бүрт ямар цаг хугацаанд, ямар зарчмыг баримтлахыг тодорхойлох явдал юм. Энэ нь уурхайн талбай ашиглах лицензид тавигдсан нөхөн сэргээх ажлын гүйцэтгэлийг хянаж үзэхээс эхэлнэ. Нөхөн сэргээлтийн үр дүнг хэмжих үзүүлэлтийг лиценз тус бүрт тусгасан шаардлагад нийцүүлж хийх бөгөөд ингэхдээ холбогдох зарчим, цаг хугацааны шалгуур үзүүлэлтийг мөрдлөг болгоно.

Дөрөвдүгээрт уурхайн тухайн талбай тус бүрт хэрэгжүүлэх нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүнг хэмжих үзүүлэлтийг тодорхойлно. Энэхүү үзүүлэлт нь дор дурдсан хэсгээс бүрдэнэ. Үүнд:

- ангилал ба зорилго
- нөхөн сэргээлтийн ажлыг хэрхэн яаж хүлээж авч болох тухай удирдамж
- шаардагдах стандарт
- алдаа дутагдлыг засахад авч хэрэгжүүлэх арга хэмжээ.

Баруун Австралийн Жаррах ой дахь хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайд үр дүнг хэмжих үзүүлэлтийг амжилттай боловсруулж хэрэгжүүлсэн бөгөөд 3000 гаруй га талбайд хийсэн нөхөн сэргээлтийн ажлыг дуусгасан тухай гэрчилгээг олгосон билээ. Ийм ижил төстэй үйл явцыг Нью Саут Уэльсийн Хантер Валли болон Квинслэндийн Бовен Бэсинд хэрэглэхийг санал болгосон байна. (Nichols 2004).

3.3 Нөхөн сэргээлт хийх удирдамж

Австралийн ихэнх муж, ялангуяа уул уурхайн идэвхтэй үйл ажиллагаа явуулдаг мужууд нөхөн сэргээлтийн удирдамжтай байдаг. Нөхөн сэргээлт болон уурхайг хаах томоохон удирдамжийг нэрлэвэл:

- Баруун Австралид: *Хуурай газрын экологтолцооны нөхөн сэргээлт: Баруун Австрали дахь хүрээлэн буй орчны хүчин зүйлсийг үнэлэх удирдамж (WA EPA 2006) болон Уурхайг хаах төлөвлөгөө боловсруулах удирдамж (WA EPA 2015)*
- Квинслэнд: *Уул уурхайн үйл ажиллагаан дахь нөхөн сэргээлт хийх шаардлагууд (EM1122) (DEHP 2014)*
- Нью Саут Уэльс: *ESG3: Уурхайг ажиллуулах төлөвлөгөөний (YAT) удирдамж (DTIRIS 2013).*

Төрийн бус удирдамжийн тухай баримт бичиг, гарын авлагад Mulligan (1996); Nichols (2004, 2005); Tongway & Ludwig (2011) зэрэг багтана.

Цацраг идэвхт материалтай, аюул учруулж болзошгүй зарим уурхайд (тухайлбал, ураны, зарим эрдэст элсэн уурхай) нөхөн сэргээлт болон уурхай хаах төлөвлөгөөнд цацраг идэвхт туяаг хэрхэн зохицуулах асуудал нь анхаарвал зохих гол асуудал байдаг. (ARPANSA 2005-ыг харна уу).

Үндэсний хэмжээнд уурхайг хаах стратегийн төлөвлөгөө (ANZMEC–MCA 2000) нь энэ салбарт ашиглаж байгаа тэргүүн туршлагын бусад гарын авлагатай нэгэн адил уурхайн нөхөн сэргээлтийг хийх тодорхой арга замыг заасан байна.

Олон улсын хэмжээнд мониторингтой холбоотой дараах ном бий. Үүнд: Уурхай болон биологийн төрөл зүйлд ашиглах тэргүүн туршлага (ICMM 2006b), Уурхайг хаах нэгдсэн төлөвлөгөө: Гарын авлага (ICMM 2008), Олон нийтийн хөгжлийн гарын авлага (ICMM 2006a), Хариуцлагатай уул уурхай: хөгжиж байгаа орнуудад нийгэм болон орчны эрсдэлийг удирдах тухай кейс судалгаа (Jarvie-Eggart 2015).

3.4 Оролцогч талуудын үүрэг оролцоо

Нөхөн сэргээлтийн удирдлагын нэг амин чухал хэсэг бол уурхайн үйл ажиллагаанд хамаатай хүмүүс, байгууллагуудтай цаг алдалгүй уулзаж ярилцах явдал мөн. Энэ утгаараа уурхайн үйл ажиллагаанд хамаатай хүмүүс, байгууллагууд нь уг төслийн талаар сонирхож анхаарахаас гадна уурхайн үйл ажиллагаа зогссоны дараа талбайг хэрхэн яаж ашиглах, ямар нөлөөтэй байхыг сонирхдог. Тэд нэгэн адил сонирхолтой хүмүүс, байгууллагууд биш бөгөөд тэдэнтэй нөхөн сэргээлтийн талаар санал бодол солилцон уулзаж ярилцах нь амаргүй асуудал юм. Эдгээр хүмүүс болон байгууллагуудыг уурхайд ойр байдаг гэдгээр нь нэн чухал бүлэг гэж хараахан үзэж болохгүй, тийм учраас тэдэнтэй харьцахаас өмнө хэн, ямар байгууллага нь илүү чухал гэдгийг тодруулах шаардлагатай.

Нөхөн сэргээлтийн зорилтыг төсөлд оролцогч, сонирхогч хүмүүс, байгууллагуудын оролцоотойгоор тодорхойлох нь чухал ач холбогдолтой. Тэдний хүсэлтийг нөхөн сэргээлтийн бодит байдалтай аль болох сайтар уялдуулах нь нэн чухал. Нөхөн сэргээлттэй холбоотой өсөн нэмэгдэж байгаа зардал, сэргээлтийн ажил хугацаандаа хийгдэхгүй байгаа, мөн нөхөн сэргээгдсэн талбайг эзэмших эрхийг шилжүүлэх үйл явц удаашралтай байх тохиолдол олон байгаа нь төсөлд оролцогч, сонирхогч хүмүүс, байгууллагуудын оролцоог бүрэн хангаж чадаагүйтэй шууд холбоотой болохыг сүүлийн үеийн жишээ нотолж байна.

Нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүнд төслийн гадуурх сонирхогч хүмүүс, байгууллагын нөлөө ямар түвшинд байхыг нарийн тодорхойлох шаардлагатай. Тухайлбал, хууль эрх зүйн үүднээс уурхайг хаасны дараа уурхайн талбайг өөр зориулалтаар (жишээлбэл, гольфийн талбай, мотоциклийн уралдааны зам) ашиглахыг хориглож болзошгүй. Тиймээс энэ мэдээллийг холбогдох хүмүүс, байгууллагад бүр анхнаас хэлж ойлгуулах нь маш чухал. Биелэгдэшгүй зорилт, шаардлага тавьсан төсөлд оролцогч, сонирхогч хүмүүс, байгууллагууд цаашид харьцахаа болсон жишээ олон бий.

Төсөлд оролцогч, сонирхогч хүмүүс, байгууллагуудтай олон янзаар, зорилгоор уулзаж харилцаж болно, тухайлбал:

- суурь өгөгдлийн сурвалж болон нөхөн сэргээлтийг хянан шалгахад ашиглах нөөц болохын хувьд:
 - газрын эзэд
 - уугуул иргэд
 - их сургуулиуд, бусад судлаачид
 - мужийн хүрээлэн буй орчны хэлтэсүүд
 - хүрээлэн буй орчны асуудал эрхэлж буй ТББ-ууд
- Хүрээлэн буй орчинд уулын үйл ажиллагааны нөлөөлөлд өртөж буй бүлгийн хувирараар болон уурхай хаасны дараах нөхөн сэргээлтийн зорилтууд:
 - Нутгийн уугуул иргэд, хамт олон
 - Бусад орон нутгийн иргэд, хамт олон
 - Хууль тогтоогчид (Холбооны, мужийн болон орон нутгийн засаг захиргаа)
 - Бүс нутгийн биологийн төрөл, зүйлийг сонирхогч хүмүүс болон бүх шатны байгууллагууд
- Газрын удирдлагын түншийн хувиар:
 - Уугуул иргэд
 - Төрийн бус байгууллагууд (ТББ)

4.0 НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙГ ТӨЛӨВЛӨХ НЬ

Гол санаа

- Нөхөн сэргээлт болон хүрээлэн буй орчны жишиг суурь үзүүлэлтийг төсөл боловсруулах эхэн үед үнэлж дүгнэх
- Уурхайн төлөвлөлтөнд суурь болгон ашиглах зорилгоор хуулсан хөрс болон чулуулгийн овоолгыг эрэл хайгуулын үеэс эхлэн ТЭЗҮ боловсруулахаас өмнө болон боловсруулах явцад тодорхойлох.
- Уурхайн үйл ажиллагаа эхлэхээс өмнө, эсвэл эхлэх тэр мөчид хөрсний иж бүрэн судалгааг хийж гүйцэтгэх.
- Зардал хэмнэхийн тулд төслийн бүр эхэн үед уурхайн ландшафтын загварыг эцэслэн боловсруулах.

4.1 Нөхөн сэргээлт болон байгаль орчны суурь үзүүлэлт

Тухайн орон нутгийн суурь үзүүлэлтийг нарийвчлан сайн боловсруулах нь уурхайн талбайд хэрэгжүүлэх нөхөн сэргээлтийн хөтөлбөрийн эхний шатны чухал бүрэлдэхүүн хэсэг болдог бөгөөд төсөл хэрэгжүүлэх явцад энэхүү суурь үзүүлэлтийг аль болох эртнээс үнэлж дүгнэх нь маш чухал байдаг.

Уул уурхайн төсөлд хүрээлэн буй орчин болон нийгмийн суурь судалгааг төлөвлөлт болон хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээний нэгэн бүрэлдэхүүн хэсгийн хүрээнд авч үзэн хэрэгжүүлдэг. Нөхөн сэргээлтийн төлөвлөлт, хэрэгжилтэд ашиглах суурь үзүүлэлт болон мониторингийн тоо мэдээллийг хүрээлэн буй орчин, нийгмийн нөлөөллийг судлах судалгаандаа аль болох боломжоороо оруулах хэрэгтэй.

Нэн чухал суурь өгөгдөл гэдэгт дараах хүчин зүйлс багтана. Үүнд:

- Цаг уурын хувьд нэг өдөрт орж буй борооны дундаж хэмжээ – удаан хугацаанд, борооны ширүүн зөөлөн байдал, температурын хэм болон ууршилт
- Хөрсний хувьд pH, давслага чанар, ионы хувирах чанар, хөрсний гүн, ургамалд хэрэгцээт хөрсөн дэх усны нөөц (УХХУН), хөрсөн дэх шим тэжээлт бодис, органик нүүрстөрөгчийн шинж чанар, жилийн усны тэнцвэрт байдал болон элэгдэх шинж чанар
- Ургамал болон экотогтолцооны хувьд, аймаг төрөл, хэвийн ажиллагаатай бүлгүүд, нөмрөгийн бүрхэц ба газарт шигтгэсэн ургамлын үндэсний гүн
- Амьтны төрөл зүйл болон тоо.

Нөхөн сэргээлтийн зорилтод хүрэхийн тулд амин чухал үүрэг бүхий ховор болон устаж үгүй болох аюултай ургамал, амьтны төрлийг онцгой анхаарах хэрэгтэй.

Нөхөн сэргээлтийн суурь үзүүлэлтийг нарийн үнэлж чадвал төсөл боловсруулах баг уурхайн үйл ажиллагааны сөрөг нөлөөллийг шийдэж, бууруулахад нөхөн сэргээлтийн нөлөөллийг ойлгох ойлголтыг сайжруулаад зогсохгүй материал ашиглалтын журам, удирдамжийг боловсруулахад эерэгээр нөлөөж, улмаар нөхөн сэргээлтийн зорилгод хүрч чадна.

Нөхөн сэргээлтийн туршилтыг эрт эхлэх нь зүйтэй. Нөхөн сэргээлтийн сөрөг нөлөөг бууруулах тохиолдолд өөр газар хийгдэж буй ижил төрлийн нөхөн сэргээлт, эсвэл төслийн хүрээнд хийгдсэн туршилтаас үл хамааран сэргээлтийн үр дүн өндөр байх нь дамжиггүй. Үүний зэрэгцээ, ургамлын өсөлтөд амин чухал хүчин зүйлс болдог хөрсөн хучлага, хөрсний бүтэц, усны урсац зэргийг судлах богино хугацааны зорилтуудыг мөн дэвшүүлж болно.

Хүрээлэн буй орчин болон биологийн төрөл зүйлийг хамгаалах тухай хуулиар (EPBC Act) төсөл хэрэгжүүлэгчид нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүнг тооцох үүрэгтэй. Урьдчилсан тооцоог уурхай дэх болон уурхайн гадуур талбайд амьд биологит орчин нөхцөлд, мөн нөхөн сэргээлтийн адил техник технологи ашиглаж хийсэн туршилтын үр дүнгээр баталгаажуулах үүргийг хуульчилсан байна.

Суурь үзүүлэлтийн тоо баримт цуглуулах ажил, мөн нөхөн сэргээлтийн төлөвлөлтийг эртнээс хийвэл хожим хойно хийх нөхөн сэргээлтийг зөв хийх нөхцөлийг уурхайн бүтээн байгуулалт болон үйл ажиллагаа явагдаж байгаа үед бүрдүүлж чадна. Үүнд орон нутгийн өөр эх сурвалж байхгүй бол талбайн байр зүйн болон гидрологийн судалгаа; талбайн ургамлын бүртгэл; өнгөн хөрс цуглуулж, хадгалах; хог хаягдлыг зөв оновчтой газар хаях; ургамлын үр хөврөлийг (ургамлын үр, суулгац, үрслүүр) цуглуулах гэх мэт орно.²

Суурь үзүүлэлтийн тоо баримтыг цуглуулах арга зүй нь эвдрэлд орохоос өмнөх газрын ашиглалт, нөхөн сэргээлтийн зорилтуудтай нийцүүлэн таарсан байх ёстой. Жишээлбэл, сайжруулсан малын бэлчээрийг эвдэж уурхай болгон сүүлд нь тэрхүү талбайг нөхөн сэргээхдээ мөн малын бэлчээр болгох зорилготой бол нөхөн сэргээлтийн суурь үзүүлэлтэд тухайн бэлчээрийн талбайн өвс ургамлын чанарыг үнэлэх аргачлалыг тусгасан байвал зохино.

4.2 Материалын тодорхойлолт хийх

Ухаж малтсан, хог хаягдлын талбайд хаясан материалын шинж чанарыг судалж тодорхойлох нь нөхөн сэргээлтийн зардал, ажлын үр дүнд маш ихээр нөлөөлж чадна. Хуулсан өнгөн хөрс болон газар шорооны шинж чанарыг ашигт малтмалын эрэл хайгуулын үед эхэлж, уурхайн төлөвлөлт хийж буй ТЭЗҮ-г боловсруулахаас өмнө болон боловсруулах явцад тодорхойлох хэрэгтэй. Ийм мэдээлэл дээр үндэслэж уурхайг ил, эсвэл далд аргаар хөгжүүлэх үү гэдгийг ч тогтоодог. Материалын шинж чанарыг эртхэн тодорхойлж чадвал талбайн дэд бүтэц болон нөхөн сэргээлтэд ийм материалыг хамгийн үр ашигтай ашиглах боломжийг эртнээс бүрдүүлж, дагалдах эрсдэлийг бууруулж чадна.

Хог хаягдлын өвөрмөц шинж байдлыг тодорхойлох гэдэг нь аюултай ямар материал байна, тэдгээрт яаж хандах, тэдгээрийг хаана хаяж, хадгалахыг тогтоох зорилгоор хийдэг. Ийм төрлийн хаягдалд уурхайгаас гарч буй шингэн хаягдал дахь хүчил, азбестын төрлийн талст ширхэгт болон давсны өндөр агууламж бүхий материал, элэгдэл (хонгилын элэгдэл хамгийн ноцтой асуудал) зэрэг багтана.

Ухашны литологийн шинж чанараар нь ландшафтын хэлбэрийг тогтоож болно. Жишээлбэл, чулуулга овоолго давамгайлж байгаа тохиолдолд өндөр, налуу ландшафтыг хийж болно, харин ийм ландшафтыг нунтаг, эсхүл эвдрэлд амархан ордог жижиг ширхэгтэй хаягдлаар хийх боломжгүй. Тийм учраас хаягдлыг ландшафтын тогтворжилт, нөхөн сэргээлтэд хэрэглэж болох боломжийг урьдчилан тооцоолж, тусгай газарт нөөцөлж хадгалах шаардлага гарч болзошгүй юм.

Ил уурхайн хөндлөн огтлолыг тооцоолох явцад дээрх мэдээллийг урьдчилан мэдэх боломжтой ч уурхайн үйл ажиллагааны бүхий л явцад, ялангуяа хүдрийн чанар болон уурхайн төлөвлөлт өөрчлөгдөх бүрт хаягдлын шинж чанарыг тодорхойлсоор байх шаардлагатай.

Уурхай ажиллуулах хүсэлтэд хөрсний судалгааны ажлыг зайлшгүй хавсаргадаг бөгөөд ийм судалгаа нь хөрсний ямар нөөц байгааг тогтоохоос гадна хөрс болон ургамалжуулалт хоорондын эко тогтолцооны харилцаа, нөхөн сэргээлтэд ашиглаж болох гадаргуу хөрсний нөөцийг тодорхойлдог юм. Ер нь ийм төрлийн дүн шинжилгээ болон тодорхойлох үйл явцын зорилго нь материалуудын химийн, эрдэсжилтийн болон физик шинж чанарыг тодорхойлоход оршино.

Дээжисжилтийг хийх арга, стратегиас хамаарч боловсруулж буй тоо баримтын чанар шалтгаална. Дээжисжилтийг бүлэглэж судлах нь зардлыг бууруулж чадна, гэвч дээжисжилтийг хэсэгчлэн судлах нь илүү оновчтой арга гэж үздэг. Dollhopf (2000), De Gruijter (2002) болон Yates & Warrick (2002) нар дээжисжилтийг хийж гүйцэтгэх арга замыг тодорхой заажээ.

2 Цэцэгт ургамлын үрийг зөв цаг үед нь цуглуулахын тулд эхлээд цэцэгс ургах, үр бий болох улирал, цаг хугацааны талаар тодорхой мэдлэг, ойлголттой болох хэрэгтэй.

4.2.1 Хаягдал

Хаягдал нь ерөнхийдөө бүдүүн болон нарийн ширхэгт хаягдлын нийлбэр байдаг. Хаягдал дотор чулуулгийн эзлэх хэмжээ болон чулууны хэмжээ нь олборлолтын аргаас шалтгаалах хэдий ч эхний ээлжинд доор дурдсан зүйлийг анхаарвал зохино. Үүнд:

- чулууны хэмжээ, тархалт ба агууламж
- бүдүүн болон нарийн ширхэгт хаягдал дахь давсны агууламж
- хаягдал дахь хүчил үүсгэж болохуйц шинж чанар
- хаягдлын урсацын чанарт сөргөөр нөлөөлж болох тодорхой төрлийн элементүүд
- Азбестийн төрлийн ширхэгт чулуулаг байгаа эсэх

Хэрвээ хаягдыг нөхөн сэргээлтийн ажилд ашиглах боломжтой гэж үзвэл (жишээлбэл, талбайн гадаргуунд ойрхон хадгалах, эсвэл өнгөн хөрстэй хольж хутгах) доор дурдсан нэмэлт дүн шинжилгээний (ялангуяа, нарийн ширхэгт хаягдалд) ажлыг хийж болно. Үүнд:

- Ашиглах боломжит чулуу
- Чулуун ширхэгийн тархац (үүнд шавар, лаг шаврын агууламж)
- pH болон хлоридийн агууламж
- Содтой болон хонгилыг элэгдэлд оруулах эрсдэл бүхий
- Элээх чанар
- Ус хадгалах чанар
- Үржил шимтэй байх чанар

4.2.2 Гадаргын хөрс

Төслийг төлөвлөх болон зөвшөөрөл авах эхний үе шатанд хөрсний олон төрлийн судалгааг өргөнөөр хийдэг. Харин уурхай ашиглалтад орохын өмнөхөн хөрсний цогц судалгааг хийх шаардлагатай байдаг. Талбайг хөндөхийн өмнөх буюу гадаргын хөрсийг хуулж, уурхайн малтлагын төлөвлөгөөт ажил эхлэхээс өмнө хөрсний нөөцийг тогтоох зорилгоор ийм төрлийн судалгааг нэгээс хоёр жилийн зайтай хийнэ.

Судалгаа хийхээс өмнө дээжисжилтийг хэрхэн, яаж хийхийг (ажиглалт хийх талбай, мөн судлагдсан материал) тогтоох нь нэн чухал байдаг. Хөрсний судалгаа хийх аргачлалын удирдамжийг доор дурдсан номноос харж болно. Үүнд:

- *Хөрс болон газрын нөөцийг судлах удирдамж* (McKenzie et al. 2008)
- *Австралийн хөрсний ангилал* (Isbell 2002)
- *Австралийн хөрс болон газрын судалгаа хийх гарын авлага* (NCST 2009)
- *Хүрээлэн буй орчинд үзүүлэх нөлөөллийн үнэлгээ дэх хөрс болон ландшафтын асуудлууд* (DLWC 2000)
- *Хөрсний шинж чанар, талбайн чадамжид мониторинг хийхэд мөрдөх протокол* (DECCW 2009)

Цуглуулах мэдээлэлд талбайн ашиглалт, шинж чанар, ландшафтын байдал, түүнчлэн хөрсний хэлбэр, бүтцийн тухай мэдээлэл хамрагдаж болно. Судлах хөрсийг шинж чанараар нь дээжисжилт болгон Сорилтын удирдах газрын Үндэсний Ассоциаци, эсвэл Австралийн Хөрс болон ургамлын дүн шинжилгээний Зөвлөлийн батламж бүхий лабораторид шинжлүүлнэ. Уурхайн талбайн шинж чанар болон хөрсний тухай мэдээллийн үндсэн дээр дүн шинжилгээний янз бүрийн аргыг хэрэглэж болно.

Шинжилгээнд хамрагдах хөрсийг судлах цогц аргын (DECCW 2009) жишээ:

Гадаргуу болон өнгөн хөрсийг судлах цогц арга

- химийн сорилт, түүнд pH-ийн агууламж, цахилгаан дамжуулах чанар (EC) (1:5 ус), ионжуулалтын чадвар, солбицох ионжуулалт, органик нүүрстөрөгч, нийт азот, байгаа фосфорын хэмжээ
- Физик сорилт, үүнд тоосны хэмжээний шинжилгээ, Эмерсоны цогц сорлит, хөрсний ус барих дээд хэмжээ болон ус барьж үлдээх чадвар.

Чулуу нь газар тариаланд ашиггүй ч уурхайн нөхөн сэргээлтэд тун хэрэгтэй зүйл юм. Гадаргын чулуун хуулга нь хөрсний элэгдлийн хэмжээг бууруулж (Simanton et al. 1984), газрын гүн дэх усны хөдөлгөөнийг нэмэгдүүлдэг учир зарим тохиолдолд давсжилтын сөрөг нөлөөллийг бууруулдаг (Jennings et al. 1993) ач холбогдолтой.

4.3 Ландшафтын зураг төсөл

4.3.1 Цаг хугацаа

Ландшафтын эцсийн хэлбэр (мөн олон удаа өөрчлөх шаардалга гарч болзошгүйг харгалзан) ямар байхыг тодорхойлохтой холбогдон гарах зардлыг бууруулахын тулд төслийн бүр эхний үед ландшафтын загварыг боловсруулах нь нэн чухал билээ.

Тиймээс уурхайн үйл ажиллагаа эхлэх эхний үед л нөхөн сэргээлтийн дараа талбайг ямар зориулалтаар ашиглах, түүний тогтворжилт болон хэтийн удирдлага зэрэг асуудлыг зохицуулагчид, орон нутгийн холбогдох бүх хүмүүс, байгууллагуудтай ярилцаж тохиролцох нь маш чухал асуудал юм. Нөхөн сэргээлтийн зорилтуудыг тодорхойлохоос нааш ландшафтын загвар, хэрэгжүүлэх аргыг (мөн холбогдох хэмнэлтийг) хийж чадахгүй. Эдгээр үйл явц хойшлогдох тусам хэмнэлтийн хэмжээ нь мөн буурдаг.

4.3.2 Зураг төсөл боловсруулах стратегиуд

Ер нь нөхөн сэргээлтийн зорилго нь уурхайг хаах, үйл ажиллагааг дуусгавар болгох, улмаар үйл ажиллагааг явуулж ирсэн талбайтай холбоотой хариуцлагыг дуусгавар болгоход оршино. Хаасан уурхайн талбайг бэлчээрийн зориулалтаар ашиглах зэрэг зарим нэг тохиолдолд уг талбайн менежментийг үргэлжлүүлэн хийх шаардлагатай байж болох хэдий ч өөр зориулалтаар ашиглах талбайд ийм менежмент хэрэггүй байж болох юм. Ийм учраас талбайн зураг төслийг хийж буй зарим тэргүүн туршлагаас үзвэл, инженерийн байгууламжийг урт удаан хугацаанд ашиглах явдлаас аль болох зайлсхийдэг байна.

Хэлбэршүүлсэн, шовгор хэлбэртэй овоолго буюу берм, чулуулаг усан суваг зэрэг инженерийн байгууламжийн зураг төслийг тодорхой нөхцөл байдал, тухайлбал хур борооны үечлэлтэй холбож гаргадаг. Элэгдэл, суулт зэрэг ердийн үзэгдэл, мөн хаягдал бүхий газрын газаргууны хэлбэр нь барьж байгуулсан урсацын замд тодорхой хэмжээгээр нөлөөлж болох тул ийм байгууламжуудыг байнга засч янзлах шаардагдлагатай байдаг.

Элэгдэл урсацын хурд, эрсдэл буурч ургамалжуулалтын тогтворжилтийн түвшинд хүрсэн үед ийнхүү түр зуурын байгууламжуудыг зайлуулах зорилгоор ихэнх тохиолдолд тэдгээрийг ландшафтын зураг төсөлд түр зуурын байгууламжийн хэлбэрээр төлөвлөж оруулдаг.

4.3.3 Баттерийн онцлог ба эрсдэлүүд

Уурхайн нутаг дэвсгэр дэх нөхөн сэргээгдэх газар нь хуучин байсан газар нутаг, унаган байгалийн төрхтэй ижил байх хэрэгтэй гэдэг хэдий ч эвдэрч гэмтсэн газар нутаг нь сул шороо, чулууны том овоолго байдаг учир түүний шинж чанар нь хүрээлэн буй унаган ландшафтыг бүрдүүлж байгаа чулуу болон байгалийн материалын шинж чанараар огт өөр байдаг. Байгалийн налуу газартай төстэй чулууллаг давхарга байдаггүй учир тэнд хагалбар хийх боломжгүй байдаг. Ийнхүү материалын шинж чанарыг судлахгүйгээр байгалийн унаган ландшафтыг дууриана гэдэг бол уг сэргээлтийн ажил, ялангуяа хөрсний элэгдлийн эрсдэл өндөртэй нөхцөлд олигтой үр дүнд хүрэхгүй.

Хаягдал бүхий газарт үр дүн гарахгүй магадлал нь илүү өндөр байдаг учир шороон налуугийн зураг төслийг боловсруулахдаа энэхүү нөхцөл байдлыг тусгаж зохих арга хэмжээ авах шаардлагатай. Эрсдэл өндөртэй газар нутаг нь дараах онцлог шинжтэй байдаг. Үүнд:

- Ургамлын сийрэг бүрхэвч (хур тундас бага ордог, эсхүл бороо орж байгаатай холбоотой байж болно)
- Бороонд их хэмжээний хөрсний элэгдэл явагддаг
- Өндөр шороон налуу - шороон налуу ('Өндөр' гэсэн үг нь цаг уур материалаас хамаарч өөрчлөгддөг ба ихэнх тохиолдолд ≥ 60 метр байх нь өндөрт тооцогдоно)
- Амархан элэгдэх материал
- Налууг шаардлагатай түвшинд бууруулах боломж хомс

Нөгөө талаас, эрсдэл багатай талбай дор дурдсан онцлогтой байдаг. Үүнд:

- Сайн, үр шимтэй ургамалын бүрхэц
- Бороонд элэгдэх чанар бага/дунд зэрэг (энэ нь зөөлөн бороо ордог ч ургамал ургахад хангалттай хэмжээнд ордогтой холбоотой байж болно)
- Нам баттер налуу (ихэнхдээ ≥ 20 метр)
- Элэгдлийн түвшин багатай материал, голдуу хатуу чулуутай байна
- Налууг үр дүнтэй түвшинд бууруулах боломжтой

Бага эрсдэлтэй газарт газрын янз бүрийн дизайн загварыг ашиглаж болох тул газрын гоо сайхны асуудлыг бүрэн шийдэж болох бөгөөд зориулалтын програм хангамжийг хэрэглэснээр тодорхой үр дүнд хүрч чадна.

Ландшафтын эрсдэл өндөр байгаа тохиолдолд талбайн материал, цаг уур, ургамал дахин ургах байдалтай нягт уялдуулан зохицуулсан зураг төсөл боловсруулах шаардлага гарна. Ингэхийн тулд материалын онцлог шинжийг нарийн тодорхойлж, түүнд урсац, элэгдэл, газрын хувьсалын тохирсон загварыг ашиглана.

Тодорхой талбай, зорилгод нийцүүлэн ландшафтын загварыг боловсруулахад хөрсний элэгдэл болон газрын хувьсалын загварыг Австралид өргөн хэрэглэж байгаа нь тэргүүн туршлага болоод байна (Howard et al. 2011). Ихэнх тохиолдолд гоо сайханд нийцэх элементүүдийг бүхлээр нь эсвэл хэсэгчлэн ашиглана.

- Талбайн уур амьсгал болон ус борооны нөлөөллөөс элэгдэлд орох
- Ландшафтыг барьж байгуулахад ашиглаж буй материалын элэгдэх чанар
- Шинээр бий болж болох ургамлан нөмрөгийн бүрхэц болон хөрсний үйл ажиллагааны өөрчлөлт

Загваруудыг ашигласан жишээ болон холбогдох үр дүнгийн тайланг Hancock et al. (2000, 2003); Loch (2010); Howard et al. (2010); and Howard & Lowe (2014) зэрэг номноос үзэж болно. Загварчлалын аргын хувилбарууд:

- Зарим төрлийн материалын элэгдлийг мэдэгдэхүйц бууруулж чадах хүнхэгэр байдал (6, 7-р зургууд)
- Элэгдэх чанарыг бууруулж, шүүрэлтийг сайжруулахын тулд хад чулууг оролцуулах
- Налуу газрын гол цэгүүдэд модны бууц тавих нь өнгөн хөрсийг элэгдэхээс хамгаална
- Ургамал ургуулах замаар хөрс нэвчих чанарыг сайжруулах (8-р зураг)

6-р зураг: Дахин ургамалжуулж тогтвортой байгаа хүнхэгэр налуу газрын ерөнхий байдал (Баруун Австралийн алтны уурхайн бүсийн баруун хойтод үйл ажиллагаа явуулж буй Мүррин Мүрриний никелийн уурхай)



Жич: Нөхөн сэргээлт хийснээс 4 жилийн дараа бондын зардлыг бүрэн нөхсөн.

Зургийг: Р. Лох

7-р зураг: Баруун Австралийн Камбалда орчим байдаг Воттл Дэм уурхай дахь хотгор налуу болон модны хаягдал



Зургийг: Р. Геррард

8-р зураг: Суурийн хаягдлыг гипсээр цэвэршүүлж, хучаас хөрсийг бордоожуулж, (туннелийн элэгдлийг урьдчилан сэргийлэх зорилгоор) мөн хөрсийг элэгдэхээс хамгаалахын тулд модны хог хаягдлыг хэрэглэж, налуу эргийг устгаснаас 4 жилийн дараа Воттл Дэм уурхайд дахин ургамалжуулалтыг амжилттай хийсэн байдал.



Жич: Howard et al. (2010)-ийг үзнэ үү.

Зургийг: Р. Геррард

Уснаас шалтгаалах элэгдлийг урьдчилан таамаглах төслийн (УЭУТТ) урсац/элэгдлийн загвар (Flanagan & Livingston 1995) мөн СИБИРЬ газрын гадаргын рельефийн хувьслын загварыг (Willgoose et al. 1991) өргөнөөр хэрэглэж иржээ. Шинэчилсэн түгээмэл хөрсний алдагдлын тэнцэтгэлийн (RUSLE) (Renard et al. 1997) янз бүрийн хүчин зүйлсийг өргөн хэрэглэж байсан ч энэхүү загварыг ашиглахдаа болгоомжтой хандах хэрэгтэй, учир нь энэ загвар зөвхөн нэг налуу газрын элэгдлийн дундаж хурдыг тооцоолдог бөгөөд налуугийн зарим хэсэгт үүсэх элэгдлийн хамгийн дээд хурдыг тооцоолж чадаагүй юм. Өөр загваруудыг одоо боловсруулагдаж, туршилтын шатанд байгаа бөгөөд шинэ загварыг ашиглахаас өмнө дараах зүйлсийг анхаарвал зохино. Үүнд:

- Загварыг баталж, түүний нарийвчлалыг тогтоосон эсэх
- Нарийвчилсан, зохих өгөгдөл байгаа эсэх (шууд хэмжсэн байвал бүр сайн)
- Сонирхож буй газрын нөхцөл байдалд уг загварыг ашиглаж болох эсэх

Нарийвчилсан өгөгдлийг байгаа тохиолдолд УЭУТТ загварыг ашиглавал уурхайн шаардлага, нөхцөлд ландшафтын тогтворжилт тохирч байгаа эсэхэд бат итгэлтэй болж чадна (Howard & Roddy 2012a).

Нөхөн сэргээгдсэн уурхайн талбайд элэгдлийн хүлээн зөвшөөрөхүйц түвшин ямар хэмжээтэй болохыг одоо хэр нэгдсэн байдлаар хүлээн зөвшөөрч чадаагүй байхгүй байна. Газар тариалангийн талбайн хөрсний үржил шимийг тогтоон барьж байхын тулд элэгдлийн түвшинг нэг жилд нэг га газарт 12,6 тонн байна гэсэн элэгдлийн загварыг АНУ-д аль хэдийнээ боловсруулсан нь ихээхэн анхаарал татах болсон (Wischmeier & Smith 1978). Хүний гар хүрээгүй хөрсийн хувьд Вайт-Сиддовой (1979)

болон Скидмор (1979) нар бэлчээрийн газар хөрсний алдагдлын хурд нэг жилд нэг га газарт 4,5 тонн байж болно гэж байсан бол хэврэг бэлчээрийн хөрсний элэгдлийн хурд нь нэг жилд нэг га газарт 2 тонн байх нь илүү тохиромжтой гэж Скидмор санал болгожээ. Элэгдлийн улмаас суваг, цаашилбал гуу үүсгэхгүй байх зорилгоор элэгдлийн хурдны дээд түвшинг тогтоох талаар Австрали Улс ихээхэн анхаарч ажиллаж иржээ.

Зарим тохиолдолд усны чанарыг тодорхойлох замаар элэгдлийн хурдны дээд түвшинг тогтоож байгаа бол өөр тохиолдолд гадаргуу хөрсний шимт байдлыг хадгалахын тулд элэгдлийн хурдны ойрын болон хэтийн түвшинг тогтооход хүндрэл үүсгэж болзошгүй юм.

4.3.4 Нөхөн сэргээх газрыг байршуулах нь

Нөхөн сэргээх газрын байршлыг тухайн ландшафт мөн ирээдүйд ашиглаж болох хүдрийн нөөцөд саад болохгүйгээр тогтоох нь чухал. Уурхайн талбайд байгаа гадаргуу усны урсцын зам мөрийг бодолцож нөхөн сэргээх газрыг байршуулах нь тэнд буй голын урсгалыг өөрчлөхгүй, эсхүл урсацад саад болохгүй байх хэрэгтэй. Түүнчлэн ан амьтны хөдөлгөөн, усны цэгт хүрэх боломжид саад болохгүйг мөн анхаарах хэрэгтэй.

4.3.5 Ул мөрийг багасгах

Нөхөн сэргээх ажлыг аль болох бага нутаг дэвсгэрт нөлөөлөхөөр (ул мөр) зохион байгуулбал зохино. Үүний тулд хэт их налуутай, тогтворжилт муутай, өндөр овоолго барихгүй байхыг бүр эхэн үеэс анхаарах нь ирээдүйн ажил үр дүнтэй болоход ач холбогдолтой. Түүнээс гадна, хэт налуу болон өндөр овоолго тухайн нутгийн ландшафтын өмнөх төрх байдалтай зохицохгүй байж болно. Тийм учраас цаашид нөхөн сэргээх овоолгын зохимжтой өндрийг тогтоох нь чухал (өөрөөр хэлбэл, химийн урвалд орж болзошгүй хог хаягдлыг элэгдэлд орохоос хамгаалах байдлаар булшлах). Ингэж чадвал ирээдүйд уг нөхөн сэргээсэн овоолгыг дахин засч янзлах шаардлага гарахгүй.

Тогтворжилтой өндөрлөгийн хэмжээ нь дор дурдсан нөхцөл байдлаас шалтгаална. Үүнд:

- Цаг уурын элэгдэлд нөлөөлж болох байдал
- Гадаргын материалын элэгдэх чанар, үүнд хаягдал чулуу, хурдас чулуулаг, ялзмаг орно.
- Овоолгын налуу, өндөр
- Гадна налуугийн ургамлан нөмрөгийн бүрхэц
- Хэлбэрийн (шугаман, хүнхгэр, гүдгэр) сонголт болон түүнийг босгосон байдал

Овоолгын өндөр нь тогтсон норм стандартаас нам байна гэж үзвэл түүний тогтворжилтийг улам сайжруулахын тулд тогтворжилт сайтай материалыг нэмж тавих, эсвэл хажууг чулуугаар бэхжилт хийх боломжийг судалж үзэх хэрэгтэй.

4.3.6 Газар дор гарсан нүх сувгийн элэгдлээс яаж хамгаалах вэ

Газар дор гарсан нүх сувгийн элэгдэл нь хаягдал, хөрсөнд сөргөөр нөлөөлдөг явдал нь Австралийн ихэнх уурхайд тохиолддог хүндрэл юм. Газар доорх нүх суваг элэгдэлд орвол уурхайн газар нутгийн бүтэц, ялангуяа газар дээрх инженерийн байгууламжид маш их сөргөөр нөлөөлдөг. Амархан тарж бутардаг шавартай, мөн маш нарийн хөдөлгөөнт ширхэг бүхий материалтай газарт газар доорх нүхний элэгдэл илүү явагддаг. Ийм материалыг яаж олж тогтоож, ашиглах аргачлалыг Vacher et al. (2004) and Landloch (2006) номноос үзэж болно.

Нөхөн сэргээлтэд ашиглахаар төлөвлөж буй хаягдал болон хөрсийг эхлээд тарж бутардаг, газар доорх нүхний элэгдэлд өртөж болзошгүй эсэх шинж чанараар нь судалж тогтоох нь чухал. Тарж бутардаг энгийн шинжийг судлахдаа хөрсөн дэх хужирын агууламжийг заавал судлах нь хөрсөн дэх натри бикарбонатын нөлөөллийг тогтоох боломжтой болдог. (Хөрсний өнгөн хэсэгт байгаа материалаас уусдаг давс хайлж урсдаг учир тогтвортой давсархаг/натритай материалыг давсгүй, натритай, тогтвор муутай материал болгон хувиргана).

Шавар тарж бутарч үгүй болох нь гол төлөв натрийн агууламж өндөр, давсны хэмжээ бага, эсхүл магнийн агууламж өндөр байснаас шалтгаалдаг (заримдаа энэ гурвын нийлбэрээс мөн шалтгаална). Шаврыг тарж бутрахаас урьдчилан сэргийлэх, хэмжээг нь багасгахын тулд гипс (хэрэв материал нь хүчиллэг бол шохой) нэмэх боломжтойг судлах хэрэгтэй. Гипс их удаан уусдаг учир түүнийг ашиглахад хөрс/хаягдалд эртхэн (боломжтой бол газрын гадаргын дээд хэсгийн хучаас хөрсийг анх хуулж байх үед) хийвэл ажил эхлэхээс өмнө уусах боломжтойгоос гадна тухайн хөрс, хаягдалд байгаа натрийг нөхөн орлуулж чадна. Хөрс, хаягдлын ионжуулах чадварыг тооцоолох, натри (эсвэл магни)-ийн агууламж, тэдний нягтрал, ямар хэмжээний материалыг боловсруулах гэж байгааг тооцоолсны үндсэн дээр гипсийн үйлчлэх хэмжээг тодорхойлно.

Газар доор нүх суваг үүсгэж болзошгүй материал агуулагдаж байгаа бол ландшафтын зураг төсөл боловсруулах, барьж байгуулах гадаргуу дахь усны хуримтлал, урсацын хэмжээг бууруулах, эсхүл хуримтлал бий болгохгүй асуудлыг урьдчилан тооцох хэрэгтэй. Урсацыг хуримтлуулж тойром үүсгэдэг ус зайлуулах байгууламжид гол төлөв газар доорх элэгдэл явагддаг.

4.3.7 Усны урсацыг зохицуулах болон ус зайлуулах гүнзгий байгууламж

Нөхөн сэргээх газар сэжигтэй материалтай байгаа тохиолдолд (хүчиллэг, уусч урсаж болзошгүй байдал, бохирдуулагч уусдаг давс, зарим төрлийн элементийг тээж тээвэрлэхэд) хаягдлын агуулахыг барьж байгуулахад газрын гүн рүү ус нэвчих явдлыг хянаж зохицуулах (ус нэвчих явдлыг бууруулах зорилгоор), элэгдлийн хэмжээг бууруулах (эс тэгвэл тусгайлан булшилсан материалыг ил гаргаж болзошгүй) зэрэг асуудлыг анхаарах хэрэгтэй.³

Үүнээс гадна нөхөн сэргээсэн газрын гүнд ус нэвчих, урсах хэмжээг бууруулахын тулд дараах хэдэн үндсэн зарчмыг мөрдөх нь нэн чухал ач холбогдолтой. Үүнд:

- Нягтаршуулсан далангийн үе давхрага - Хэрвээ энэ далан нь нойтон/хатаах болон биологийн идэвхтэй үйл ажиллагаа явагддаг газраас холгүй бол богино – дунд хугацаанд нурж унаж болзошгүй.
- Хадгалж-чөлөөлөх хучлага нь газрын гүн дэх усны шүүрлийг мэдэгдэхүйц хэмжээгээр бууруулж чадах боловч хур тунадас өндөртэй жилүүдэд шүүрэл тодорхой хэмжээгээр байсаар байна.
- Хадгалж-чөлөөлөх хучлагын үр өгөөж нь дараах хоёр гол үзүүлэлтэд нөлөөлдөг. Үүнд: уурхайн үйлдвэрийн зориулалтад ашиглаж болох хөрсөн доторх усны нөөцийн хэмжээ болон энэ усыг ашиглахад ургамлын бүрхүүлд үзүүлэх нөлөө юм.

Квинслэндийн Маррей Дарлинг сав газарт явуулсан хэд хэдэн судалгааны үр дүнгээс үзвэл, өмнөд болон төв Квинслэндийн хөрсөн дэх ургамалд хэрэгцээт усны нөөц (ХУХУН) өндөртэй лаг хөрсөнд ургаж байгаа том үндэстэй нутгийн уугуул модны усны алдагдал нь 2,4 метрээс гүн газарт харьцангуй бага байдаг байна. Төв Квинслэндийн Теодор орчмын нутагт Yee Yet & Silburn (2003)-ийн загварчлалаар газрын гүн дэх усны жилийн дундаж урсацын талаар хийсэн судалгааны тоо баримтыг 1-р хүснэгтээс үзэж болно. Тэнд симуляцийг хийхдээ дараах хүчин зүйлсийг анхаарчээ. Үүнд:

- Өмнөд болон Төв Квинслэндийн хөрсний төрөлтэй ХУХУН зохицож байгаа эсэх
- Ургамлын төрлөөс шалтгаалан үндэс газрын гүнд байгаа хэмжээний ялгаанаас (ерөнхийдөө 5-12 мм) шалтгаалж ХУХУН-д өөрчлөлт орох
- Ургамлын төрлөөс хамаарч хөлрөлтийн хэмжээ өөр өөр байх

3 Хүчил болон хорт металлын шүүрлээс урьдчилан сэргийлэх тухай практик гарын авлагад хучилтууд болон хаядлыг капсулд хийх асуудлыг дэлгэрэнгүй хөндсөн байна (DIIS 2016a).

1 дүгээр хүснэгт: Төв Квинслэнд дэх Бригалоугийн судалгааны станцад усны гүний шүүрлийн жилийн хэмжээг загварчилсан нь

ХӨРС	РУДОСОЛ	СААРАЛ СОДОСОЛ	ТЕНОСОЛ	УЛААН ДЕРМОСОЛ	СААРАЛ ВЕРТОСОЛ	ХАР ВЕРТОСОЛ
PAWC (мм) 1,5 метр хүртэл	43	51	88	132	182	232
БРИГАЛОУГИЙН СУДАЛГААНЫ СТАНЦЫН (НЭГ ЖИЛД ОРОХ БОРООНЫ ХЭМЖЭЭ 702 ММ) ТААМАГЛАЖ БУЙ УСНЫ ШҮҮРЛИЙН ХЭМЖЭЭ (НЭГ ЖИЛД ММ-ЭЭР)						
Ой модтой газар	100	59	14	5	0	0
Малын бэлчээр	142	111	78	19	2	0

Эх сурвалж: Yee Yet & Silburn (2003)-ээс авав.

Усны шүүрлийг загварчилж тооцоолсон дээрх тооцоо нь бодит байдалтай нийцэж байгааг бүс нутаг дахь хөрсний давсны шинж чанарт хийсэн олон судалгааны (тэдгээрээс Tolmie et al. 2011 сайн судалгаа болсон) дүн нотолж байна. Гэвч ургамалд нөлөөлөх нөлөөллийн талаар Yee Yet & Silburn (2003) нарын хийсэн тайлбар зааварчилгын чанартай болно.

Мод нь усны шүүрлийг хоёр шалтгаанаар бууруулдаг. Нэгд, тарианы ургамал, бэлчээрийн өвс ургамлыг бодвол модны үндэс газрын илүү гүнд байрладаг тул илүү усны дутагдалтай байдаг. Хоёрт, тарианы ургамал, өвөл нь ашиглагддаггүй бэлчээрийн өвс ургамлыг бодвол жилийн турш илүү олон хоног ус алддаг, өөрөөр хэлбэл, жилийн турш байх “ногоон өдөр” нь олон байдаг, (Квинслэндийн Маррей Дарлинг Сав газар)-т модны үндэс ямар гүнээс ус авдаг тухай мэдээлэл хомс байгаа бөгөөд зарим төрлийн хөрсөнд өвс, тарианаас илүүгүй байх үндэстэй. Олон жил ургаж байгаа эрүүл мод болон бусад олон наст ургамалтай харьцуулбал өвс, тарианы үндэс гүн ургах нь юу л бол. Мөнх ногоон модтой харьцуулбал ургуулсан тариа, ихэнх тохиолдолд бэлчээрийн өвс олон хоногоор “ногоон байх” нь ч юу л бол. Тиймээс ургамлын бусал төрөлтэй харьцуулбал, мод буюу олон наст ургамлын ууршилт-хөлрөлт нь өндөр, усны алдагдлын хэмжээ харьцангуй бага байдаг байна.

ХУХУН-ийн хангалттай нөөц бий болгохын тулд зохих гүн болон бүтэцтэй хучилтийг бий болгох, мөн мод, өвс ургамал ургах процесст эерэгээр нөлөөлөх хөрсний зохих үржил шимийг бий болгох асуудал уурхайг нөхөн сэргээх явцад тулгардаг томоохон бэрхшээл нь юм.

Хаягдлын агуулахын дээд хэсгээс хаягдал ус урсах нь олон ноцтой эрсдэл дагуулдгийг анхаарах нь зүйтэй. Ихэнх тохиолдолд нөхөн сэргээгдсэн газрын дээд хэсэгт ус их хэмжээгээр хуримтлагдсан байдаг учраас түүний урсацыг зөөлөн болгохын тулд ус газар уруу урсах цэгийг байгуулж хяналтад байлгах шаардлагатай. Үүний тулд чулуугаар хийсэн суваг, хоолойг ашигладаг хэдий ч ийм байгууламжууд үр дүн өгөхгүй байх нь олон.

Ургамлан нөмрөгийн бүрхэц, ялангуяа өвсний бүрхэц сайн байвал усыг газар уруу овоолгын налуунд нөлөөлөхгүйгээр аажим, жигд урсах боломжтой. Энэ тохиолдолд гадаргын хучилтийн талбайн хэмжээ нь өндөр байх шаардлагатай.

Хаягдлын овоолго, эсхүл уурхайн хаягдлын агуулах байгууламжийн дээд хэсэгт бороо удаан хугацаагаар тогтвол тойром үүсч, ургамлыг эвдэж гэмтээх аюултай. Овоолгын дээд хэсэгт хурсан ус гүн рүү нэвчсэнээр сул хаясан материалын суулт үүсгэж, газар доор нүх бий болгох аюултай. Тиймээс овоолгын гадуургад тойром бий болгож, удаан хугацаанд арга хэмжээ авахгүй байж болохгүй. Овоолгын дээд талбайг тэгшитгэх, гадаргууг улам гүдгэр төвгөр болгох, 1-2 га газарт уснаас хамгаалсан жижиг даланг барьж байгуулах замаар дээрх асуудлыг шийдэж болно.

Газрын гүнд ордог үндэс бүхий ургамлыг тарьж ургуулах нь усны хэрэгцээг нэмэгдүүлнэ.

4.3.8 Гадаргын усны урсацыг зохицуулах нь

Гадаргын усны урсацыг “зохицуулах” олон аргууд бий. Ийм аргуудыг ашиглах нь хэтдээ эрсдэл дагуулж болзошгүй тул усны инженерийн байгууламжийг барьж байгуулах буюу шүүрлийн сүлжээг бий болгох нь зүйтэй бөгөөд анхаарвал зохих хэд хэдэн асуудал бий.

Овоолсон газрын дээд хэсэгт илүүдэл борооны усыг хадгалахын тулд тойрсон далан барьж болно. Ингэснээр налууны гадаргын хэсгээр их хэмжээний усыг ямар ч зохицуулалтгүй урсгаж, том хэмжээний шуудуу суваг бий болгохын оронд газрын доод тусгай хэсэгт борооны илүүдэл усыг харьцангуй жигд байдлаар урсгаж чадна (Жишээг Squires et al. 2012-оос үзнэ үү). Мөн овоолгын дээд хэсэгт ус урсах зам тавьж, түүгээр тогтвортой нэг газарт илүүдэл борооны усыг урсгаж болно. Овоолгын дээд хэсэгт нэгээс илүү ус хадгалах газар, илүүдэл ус урсах цэгтэй байвал зохино. Газрын гүнд ус нэвчих эрсдэл, цаг уурын зонхилох нөхцөл байдал, урсацын хурд, овоолгын дээд хэсэг дэх хөрс болон ургамлын байдлаас шалтгаалж борооны илүүдэл усыг хэрхэн яаж зохицуулах вэ гэдгийг тодорхойлж болно. Их хэмжээний усыг ганцхан суваг руу урсгаж хадгалах нь урсацын тогтворжилтийг хангаж чадахгүйгээс гадна үүдэх хор хөнөөл нь өндөр байж болзошгүй юм.

Гадаргын налуу ер нь шугаман хэлбэртэй байсан бөгөөд усны урсацыг зохицуулах зорилгоор тодорхой зайнд босоо налуу далан байрлуулдаг байжээ. Усыг нөөцлөх, эсвэл чулуулаг хэсэг рүү усны урсацыг чиглүүлэхэд налуу даланг ашиглаж болно. Шовгор хэлбэртэй овоолго муу болсныг нөхөн сэргээгдсэн газарт бий болсон олон гуу жалгаас харж болно. Ийм овоолгыг гол төлөв буруу барьсан, түүний гүн дэх бий болсон туннел элэгдэлд орсон, илүүдэл хучлага хийсэн зэрэг шалтгаанаас хамаарч шовгор хэлбэртэй овоолго үр дүнгүй болдог байна. Элэгдлийн хэмжээ өндөр байх тохиолдолд (хуурай агаартай нутаг дэвсгэрт өнгөн талын ургамал тарчиг байдаг учир хөрсний элэгдлийг хамгаалж чаддаггүй) шовгор хэлбэртэй овоолголд элэгдэл явагдаж байгаа тохиолдолд түүнийг тогтмол засварлах шаардлагатай. Ингэж засч засварлахгүй бол (лаг шавар зайлуулах) тунадас болон хог хягдлаар дүүрч, гуу жалга үүснэ (Howard & Roddy 2012b).

Ашигладаггүй газар нутагт шовгор хэлбэртэй овоолготой холбоотой эрсдэл, сөрөг нөлөөллийг өргөн судалж баримтжуулжээ (Loch & Willgoose 2000; Vacher et al. 2004; Loch & Vacher 2006; Stevens 2006; Howard et al. 2010). Тийм учраас зарим уурхайн талбайд нөхөн сэргээлт хийх эхний үе шатанд шовгор хэлбэртэй овоолго буюу налуу овгорыг ашиглаж нэгэнт ургамал ургаж, налуу нь тогтворжиход шовгор хэлбэртэй овоолгыг зайлуулдаг болжээ. Зарим төрлийн өөр уурхайн талбайд шовгор хэлбэртэй овоолгыг биш өөр аргыг хэрэглэж байна. Модны үртэс хаягдлыг элэгдлээс урьдчилан сэргийлэх зорилгоор чухал газруудад тавих (Howard et al. 2010), болзошгүй элэгдлээс хамгаалахын тулд овоолгын налуу гадаргад чулуу хийх аргыг хэрэглэж байна. Өөр нэг арга бол болзошгүй элэгдлийн хэмжээг бууруулахын тулд хүнгэр хэлбэртэй налуу ханын зураг төсөл гаргаж, элэгдлийн загварчлалыг бий болгох явдал мөн (Howard et al. 2010). Энэ арга нь болзошгүй элэгдлийг тодорхой хэмжээгээр бууруулж чаддаг хэдий ч зөвхөн зарим төрлийн материалд тохирох арга болдог.

5.0 НӨХӨН СЭРГЭЭЛТИЙН АЖЛЫГ ХИЙЖ ГҮЙЦЭТГЭХ

Гол санаа

- Уурхайн нутаг дэвсгэрт нөхөн сэргээлтийн ажлыг олон янзын хэлбэрээр гүйцэтгэж болдог бөгөөд энэ нь уурхайн олборлолтыг ямар аргаар явуулж байгаагаас хамаардаг.
- Хог хаягдлыг тээвэрлэх, буулгах ажлын төлөвлөгөөг боловсронгуй болгох замаар хаягдлын агуулах барих зардлыг хэмнэх олон төрлийн програм хангамж бий.
- Нөхөн сэргээгдэх нутаг дэвсгэрт тарих ургамлын үрийг нөхөн сэргээлтийн зорилго, түүнийг хийж дуусгах шалгуур нөхцөл, уурхайн хаалтын дараах газар нутгийн ашиглалтад нийцүүлэн сонгох хэрэгтэй.
- Нөхөн сэргээлт хийх газрын үржил шимт хөрсний давхарга нь өөрийгөө тэтгэж чадах ургамлан бүрхэцтэй байх ёстой.
- Нөхөн сэргээлтийн удирдлагын өмнө тулгарч буй томоохон хүндрэлтэй асуудалд гал түймэр, хогийн ургамал, золбин амьтан, элэгдэл, ургамлын эмгэг өвчин, шимт тэжээлт бодисын мөчлөг орно.

Энэ хэсэгт нөхөн сэргээлт хийх техник, технологийг дэд хэсэгт хуваасан байна. Үүнд: ландшафтыг барьж байгуулах; төрөл зүйлийн сонголт; ургамал ургах шимт хөрсийг олж тогтоох; физик, хими биологийн аргаар сайжруулалт хийх; ан амьтанг эргүүлэн нутагшуулах болон нөхөн сэргээлтийн менежмент багтана.

Дэд хэсгүүдэд давхардсан санаа нэлээд байгааг харгалзан тэдгээрийг нөхөн сэргээлт хийх нэгдсэн аргатай нийцүүлэх шаардлагатай.

5.1 Газрын гадаргын рельефийн байгуулалт

Уурхайн нутаг дэвсгэрт нөхөн сэргээлтийн ажлыг олон хэлбэр, янзаар гүйцэтгэж болдог ба энэ нь уурхай олборлолтыг ямар аргаар явуулж байгаагаас хамаардаг. Тухайлбал, драглайнаар хийсэн хаягдлын овоолгыг дуртай газарт байршуулах боломж байдаггүй бол ачааны машин, эсвэл хүрэээр хаягдлыг дуртай газарт овоолж болохоос гадна эрсдэл дагуулж болох материалыг овоолгын гүнд булж, харин овоолгын гадна гадаргууд илүү тогтворжилттой материалыг тавих боломжтой байдаг.

Хог хаягдлыг тээвэрлэх, буулгах ажлын төлөвлөгөөг боловсронгуй болгох замаар хаягдлын агуулах барих зардлыг хэмнэх олон төрлийн програм хангамж бий. Гэвч ийм програм хангамжийн дийлэнх нь эцсийн үр дүнд нөлөөлж болзошгүй таамаглалыг өөртөө агуулсан байдаг учир эдгээр таамаглалыг эхлээд сайтар ойлгосны дараа үр дүнг төлөвлөж тооцох хэрэгтэй.

Хаягдлын овоолгын хэмжээ, хэлбэрийг эцэслэхдээ дахин өөрчилж, зардлын хэмжээ их хэмжээгээр өсөх тохиолдолд анх хог хаяхад гаргасан хэмнэлт нь ямар ч үнэ цэнэгүй болно. Тийм учраас хогийг зөөж хаяхад хог хаягдлын овоолгын эцсийн хэлбэр ямар байхыг урьдчилан сайтар тооцсны үндсэн дээр хийх зүйтэй.

Уурхайн талбайд нөхөн сэргээлтийн ажлыг хийхэд гадаргуу жигд бус байх нь маш чухал. Ийм гадаргад ус, ургамлын үр сайн тогтдог төдийгүй жигд гадаргуутай харьцуулбал ургамалжуулалт жигд явагддаг юм. Томоохон талбайд жигд бус гадаргууг бий болгох нь богино хугацаанд үр дүнд хүрэх арга байх боловч хэтдээ элэгдэл илүү хурдтай явагдаж, газар нутгийн тогтворжилтод сөргөөр нөлөөлж болзошгүй юм. Учир нь том материалууд налуун гадаргын томоохон талбайг хамарсан усны хүчтэй

урсгал үүсгэж, улмаар хөрсний элэгдлийн хурдыг нэмэгдүүлэх талтай. Гадаргуу нь товгор жигд бус байна гэдэг нь ер нь сайн зүйл хэдий ч уг асуудлыг шийдвэрлэх төгс төгөлдөр шийдэл гэж хараахан хэлж болохгүй. Гадаргын өнгөн хэсэг удаан хугацаанд товгор, тэгш бус байвал түүнийг үр дүнтэй гэж үзэх бөгөөд ийм нөхцлийг тэнд байгаа материалын ширхэг (чулуулгын агууламж) тодорхойлох, барьсан далан нь урсацын шинэ суваг бий болгох эсэхээс түүний чанар тодорхойлогдоно.

5.2 Төрөл зүйлийн сонголт

Нөхөн сэргээлтийн ажлын зорилт, үр дүн, сэргээлтийн дараа газрыг ямар зориулалтаар ашиглах зэрэг хүчин зүйлс нь нөхөн сэргээлт хийх газарт ашиглах ургамлын төрлийг сонгоход чухал нөлөөтэй (3.2 дугаар Хэсэг). Экологтолцооны тодорхой үр дүнг бий болгох, тухайлбал нөмрөгийн бүрхэц бий болгох, шимт тэжээлийн мөчлөг, газрын гүний нэвчилт болон урсацыг бий болгохын тулд тодорхой төрөл, хэлбэрийн ургамал шаардагдана.

Уурхайн талбайн өөр өөр онцлог байдалд тохирсон өөр төрөл, зүйлийн ургамал мөн шаардагдаж болзошгүй. Түүнчлэн ургамлын хөрсний физик, хими, биологийн онцлогийг анхаарч үзэх нь чухал бөгөөд, ялангуяа газар нутгийг эргэлтэд оруулах, овоолго болгох, мөн уулын болон боловсруулах ажлын үр дүнгээс өмнө хөрсний шинж чанарт ихээхэн хэмжээний өөрчлөлт гарсныг тооцоолоход хэрэгтэй юм.

Хэрэв анхны төсөл, төлөвлөгөө их хэмжээгээр өөрчлөгдөн шинэчлэгдсэн бол хаалтын дараах ландшафт болон уурхайн талбайн газар хөрсөнд тохирсон орон нутаг дахь байгалийн ижил төстэй, унаган төрхтэй нь ойролцоо жишээг олж тогтоон, хаалтын дараах экологтолцоонд ашиглаж болох загвар болгон ашиглана.

Хэрэв байгалийн унаган төрхийн жишээ олдохгүй бол өөр аргыг сүвэгчлэх хэрэгтэй. Тухайлбал, тухайн нөхцөл байдалд тэсвэртэй, олон төрөл, зүйлтэй зохицох ургамлын төрөл зүйлийг олж нөхөн сэргээлтэд ашиглах хэрэгтэй. Эсвэл, ургамал тарих материалыг өөрчлөх замаар нөхөн сэргээлтийг амжилттай зохион байгуулж болно.

Кейс судалгаа 3: Баруун Австрали дахь Алкоагийн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхай дахь ургамлын төрөл зүйлийн сонголт ба хучаас хөрсний удирдлага

Баруун Австрали дахь Алкоагийн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайд унаган төрхөөр байгаа Жаррагийн ойн ургамлын төрөл, зүйлийг судалсан судалгааны дүнг олборлолт явуулсан газарт нөхөн сэргээлт хийхэд ашиглах ургамлын төрөл зүйлийг сонгох суурь өгөгдөл болгон ашиглажээ. Уурхайн ажил явуулах талбайг 120 м x 120 м-ийн тор болгон хувааж, олборлолт эхлэхээс өмнө ургамлын судалгааг явуулдаг. Түүнээс гадна Жаррагийн ой дотор уулын ажил явагддаг хэсэгт 20 м x 20 м-ийн хэмжээний ойн талбайг тусгайлан гаргасан байна. Нөхөн сэргээгдэж байгаа газарт ямар төрлийн ургамал илүү байгааг энэ хоёр өгөгдлийн тусламжтайгаар тодорхойлохоос гадна нөхөн сэргээгдсэн талбай болон Алкоагийн хүлэмжид тарих ургамлын үрийн сонголтыг хийхэд хэрэглэнэ. Нөхөн сэргээгдсэн газарт ургамлын төрлийг 100% шинэчлэх зорилгыг Алкоа дэвшүүлэн ажиллаж байна. Өөрөөр хэлбэл, нөхөн сэргээгдсэн 20 м x 20 м-ийн хэмжээний талбайд ургаж байгаа ургамал нь уурхайн ажил явагдаагүй 20 м x 20 м-ийн хэмжээний ойн талбайд ургаж буй ургамлын төрөл, зүйлтэй тоо ширхэгийн хувьд ажил байна гэсэн үг. Түүнээс гадна бүрэлдэхүүний хувьд нөхөн сэргээгдсэн газрын ургамлын бүтэц нь уулын ажил явагдаагүй Жарра ойтой ижил төстэй болгох явдал нэн чухал арга хэмжээ мөн.

Нөхөн сэргээгдсэн газрын ургамлын 60 орчим хувь нь уурхайн ажил эхлэхийн өмнөхөн хуулга хийсэн “донор” хөрснөөс авч, нөхөн сэргээгдэж байгаа газарт тэр даруйд нь шилжүүлэн суулгасан ургамлын үр юм. Ийм “донор” талбайгаас авсан шинэ хучаас хөрсийг ашиглах маш их ач холбогдолтой. Шинэ хучаас хөрсөнд урьд өмнө овоолсон өнгөн хөрстэй харьцуулбал ургамлын төрөл зүйл нь 33%-иар илүү байдаг байна.

Урьд өмнө шинэ хучаас хөрсийг скрепэрээр янзалдаг байсан, гэвч скрепэрээр хучаас хөрсийг жигд нимгэн тараах тийм ч аргагүй байдаг. Ховор төрлийн шинэ хучаас хөрсийг үр ашигтай хэрэглэхийн тулд сүүлийн үед хийцийг нь өөрчилсөн нугасан холбоост ачааны машинаар маш нимгэн (10–25 мм) үет хучлагыг хийдэг болсон.



Шинэхэн нөхөн сэргээсэн уурхайн нүхэнд хучаас хөрсийн нимгэн хучлага хийж байгаа нь.



Уулын ажил хийгдээгүй Жарра ойд ургасан бүрхүүл нь цэцэгт ургамлын төрлөөр (ялангуяа зэгс, хагд) баялаг.

Ойд элбэг тохиолддог ургамлын төрлийг тогтоохдоо олборлолт хийгдэж байгаагүй ойн ботаникийн талаар хийсэн мониторингийн тоо баримтыг ашигладаг. Ийм төрлийн ургамал нь нөхөн сэргээгдсэн газарт бараг байхгүйгээс гадна цөөхөн байдаг. Ийм төрлийн үрийг олон төрлийн үртэй холих буюу үрслүүрийн талбайд ашигладаг. Олон наст, удаан ургадаг зэгс, хагдны төрлийн ургамал Жаррагийн ойд их хэмжээгээр ургадаг юм. Уулын ажил явагдаагүй ойн зурваст ийм төрлийн ургамал их хэмжээгээр ургадаг хэдий ч нөхөн сэргээлт хийсэн газрын шинэ хучаас хөрсөнд төдийлөн сайн ургадаггүй бөгөөд багахан хэмжээний үр бий болгож, үр нь төдий л амархан соёлж ургадаггүй учир олон төрлийн үртэй нийлүүлэх нь тохиромжгүй. Ийм “дуулгаваргүй” гэх ургамлын төрлийг Алкоагийн Марринап үрслүүлэлтийн газарт үржүүлж шинээр нөхөн сэргээгдсэн газар нүүлгэн суулгаж байгаа. 20 гаруй жилийн хуацаанд хийсэн судалгаа шинжилгээний үр дүнд ийм “дуулгаваргүй” гэх хэд хэдэн төрлийн ургамлыг найдвартай үржүүлж ургуулах технологийг боловсруулаад байна. Эд эсийг тарих аргаар зэгс, хагдыг ургуулж байгаа бол өргөн навчит бүрхүүлийн ургамлыг гол төлөв хайчилж үрслүүлж байна. Алкоа компани шинээр нөхөн сэргээгдсэн газарт жил бүр 450000 “дуулгаваргүй” гэх ургамлын үр бий болгож, тарьж байна.



Tetraria capillaris (Cyperaceae) гэх ургамлыг эд эс үржүүлэх замаар нөхөн сэргээгдсэн газарт тарьж байна. Уг ургамлыг имээгээс хамгаалж нийлэг торон хашаагаар хүрээлүүлсэн байна.

Анхлан ургамлыг эргүүлж тарьж ургуулах ажил нь уг ургамлын систем өөр өөрийгөө тэтгэж явах чадалтай болгох суурийг бий болгоход чиглэгдэж байсан бөгөөд ингэснээр талбайд хүссэн хэмжээний ургамлын бүрхүүлийг бий болгож чаддаг. Хүрээлэн буй орчны нөлөөллийг үнэлэх судалгаанд орсон ургамлын судлал дээр үндэслэж ямар төрлийн ургамлыг тарьж ургуулах тухайгаа шийдэх нь эвдрэлд орсон газрыг уулын ажил эхлэхээс өмнөх төрх байдалд эргүүлэн оруулах зорилготой нийцнэ. Уугуул биш ургамлын төрлийг тарьж ургуулахаас зайлсхийх хэрэгтэй, гэвч уурхайн хаалтын дараа газрыг малын бэлчээр, эсхүл газар тариалангийн зориулалтаар ашиглах төлөвлөгөөтэй байгаа болон хүрээлэн байгаа бүс нутагт тархсан байвал тэдгээр ургамлыг хэрэглэх талаар бодож болох талтай.

Уугуул экотогтолцоонд хөрсөн дээрх хучаас, бут сөөг, модны төрлийг нийлүүлж хэрэглэж болно. Ургамал ургах хөрс орчин нь сайн байгаа бол ховордсон болон устгах аюултай ургамлыг тарихаар төлөвлөж болно. Газрыг сэндиэлэхээс өмнө өөр газар шилжүүлэн суулгасан ургамлыг, эсхүл тийм ургамлаас хураасан үр, зэргэлдээ газрын ургамлын үрийг хэрэглэж болно.

Эхний жилд шинэ хөрсийг элэгдлээс хамгаалахын тулд уугуул нутгийн ургамлын төрлийг ургамлын бүрхүүл бий болгох зорилгоор тарьж болно. Ийм нөхцөлд ургамлын зохих бүрхүүлийг бий болгохын тулд бордоог уугуул ургамлын төрөлд сөрөг нөлөөлөхгүй байдлаар хангалттай хэмжээгээр хэрэглэх нь зүйтэй. Жишээлбэл, Баруун Австралийн Энниэббад хийж буй эрдэсжүүлсэн элсний уурхайн нөхөн сэргээлтэд овъёосыг бордоо, уугуул нутгийн ургамалтай хамт тарьж байна. Эхний жил овъёос нь үрсэлгээг хамгаалдаг бол дараагийн улиралд хурдан ургадаг ургамлын шинэ төрлөөр солигддог байна (Petersen & Brooks 1996).

Гэвч зарим тохиолдолд, хүнсний ургамал нь ховор байгаа тэжээллэг бодис болон хөрсний усыг бий болгохоор төлөвлөж буй ургамалтай өрсөлдөхөд хүрч болзошгүй. Ийм төрлийн ургамлын бүрхэц нь дээд хэсэгтээ нягт байгаа мэт харагдах боловч бодит байдал дээр доод хэсэгтээ нягтрал нь муу байдаг тул хөрсөн дээрх уснаас хөрсний элэгдлийг хамгаалж чаддаггүй байна. Тиймээс ургамлыг дахин тарьж ургуулах стратеги нь талбайн онцлогийг анхааралдаа авсан байх шаардлагатай.

5.3 Ургамал ургаж чадах орчин бий болгох нь

Нөхөн сэргээгдэх талбайн ургамал ургах орчин нь их хэмжээний ургамлан нөмрөгийн бүрхэцийг удаан хугацаагаар тэжээх чадвартай байвал зохино. Үүний тулд дараах нөхцлийг хангасан байна. Үүнд:

- Нэвчилт хангалттай байх
- Хангалттай усны нөөцтэй байх
- Хангалттай амьсгалах боломжтой байх
- Үндсийг тодорхой гүнд тарьж, механик саад тотгоргүй буюу хөрсний дэд давхарга нь ургамалд сөргөөр нөлөөлөхгүй байх
- Ургамлын тэжээллэг бодисыг хангалттай хэмжээгээр өгдөг байх
- Давслаг, хүчиллэг, шүлтлэгийн хэмжээ бага байх
- Ургамал ургахад шаардагдах микробиотийн холбоо харилцаа сайтай байх

Ухаж гаргасан хүдэр буюу хаягдал хүдрийг, эсвэл дээрээс нь хийсэн хучаас хөрсийг ургамал ургах таатай орчин болгож болно. Ургамлын үндсийг зохих хэмжээнд үндэслэх орчинг бий болгохын тулд хөрс болон ухаж гаргасан хүдрийг жич боловсруулах шаардлагатай болно. Үүний тулд ургамалд муу нөлөө бүхий материалыг овоолгын гүн рүү хийж, хөрсөн хэсэгт ургамалд таатай нөлөө бүхий материалаар орлуулах нь зүйтэй. Хучаас хөрсний хүрэлцээ муу байх тохиолдолд (энэ нь гол төлөв хуучин уурхайд түгээмэл байдаг асуудал) хөрсний хоёр дахь давхаргад байдаг хөрсний материалыг ашиглаж болох боловч ургамалд тохиромжтой болохоос өмнө физик, хими, ялангуяа биологийн аргаар боловсруулах шаардлагатай.⁴

4 Дараагийн дэд хэсэгт боловсруулалтын аргуудыг тусгажээ. Ухаж гаргасан болон хаягдал хүдрийг ургамал ургуулах суурь болгон ашиглах гэж байгаа бол физик, хими, биологийн боловсруулалтын дэд хэсгүүдэд дээрх асуудал шууд хамааралтай.

Нөхөн сэргээлтийг амжилттай болгоход, ялангуяа уугуул экотогтолцоог дахин сэргээх зорилготой бол хучаас хөрс хамгийн чухал хүчин зүйл нь болдог. Уулын ажил явуулахаас өмнө хөрс болон ухаж гаргасан хүдрийн шинж чанар, тархац, төрлийг нарийн судалсны дараа уурхайн үйл ажиллагааны явцад хөрсийг нөөцлөх эсэхийг шийддэг. Ерөнхийдөө хөрсийг нөөцөлж, хадгалж, ухаж гаргасан хүдэр болон хаягдал хүдэр нь уурхайн хаалт болон нөхөн сэргээлтийн дараах газар ашиглалтад хэрэглэж боломжгүй болсон тохиолдолд нөхөн сэргээлтийн ажилд нөөцөлсөн хөрсийг ашиглах нь зүйтэй.

Гэвч онцгой тохиолдолд хучаас хөрс хогийн ургамлын үртэй байж, тэр нь шинээр тарьж ургуулах гэж байгаа өвсний төлөвлөгөөт ургамалжуулалтад сөргөөр нөлөөлж болзошгүй байдалд хүргэдэг. Хучаас хөрсөнд байгаа хогийн ургамлыг устах зардал нь хуулсан хөрсний дэд давхаргыг ургамалд ээлтэй болгон боловсруулалт хийх зардлаас давбал хучаас хөрсийг булвал зохино. Нэгэнт хучаас хөрсийг ашиглаж түрэмгий өвсний төрлийн хэмжээ ихэсч асуудал үүсвэл хучаас хөрсийг ухаж гаргасан хүдрээс зайтай булж, түүнд уугуул мод, бут сөөгний үрийг шууд суулгаж болно. Хучаас хөрстэй газарт өвсний бүрхүүл тогтож, энэ бүрхүүл нь ухаж гаргасан хүдрийн бүрхүүлд тарьсан уугуул мод ургах үед өвсний үрээ тарааж түрэмгий төрлийн өвсний ургацын хэмжээг зогсоож чадна. Энэхүү стратегийн үр дүн нь нөхөн сэргээлтийн зорилгод ашиглаж байгаа материалын шинж чанар, газрыг хожим ямар зориулалтаар ашиглахаар төлөвлөж байгаа зэргээс шалтгаална.

Хучаас хөрс нь ухаж гаргасан хүдэр болон бусад материалтай харьцуулбал ургамлын ургацад нөлөөлөх сөрөг нөлөөллөөр бага, мөн ургамлын бүрхүүл нь хөрс боловсруулалтад гарах нэмэлт зардлаас илүү жин татдаг. Нөхөн сэргээлтийн ажилд хучаас хөрсийг ашиглахын тулд хадгалж хамгаалахын сайн, муу талыг доорх байдлаас үзэж болно. Үүнд:

Ургамлын өсөлтөд эерэг нөлөөтэй, эсвэл химийн боловсруулалтаар чанар нь эерэг болсон тохиолдолд хуулсан хөрс, үе давхаргаас үл хамааран, бүгдийг ашиглаж болно. Хөрсний үе давхаргыг зайлуулах, эсвэл дэс дарааллаар нь тавих, мөн бүгдийг хутгаж нийлүүлж болно. Гэвч хөрсөнд давслаг чанар, натрийн агуулга, pH-ийн агууламж нь өндөр хэмжээнд байвал янз бүрийн үе давхаргын хөрсийг нийлүүлж хутгаж болохгүй. Хэрэв ийнхүү нийлүүлж хутгавал хучаас хөрсний ургамал ургацанд үзүүлэх эерэг чанарыг саармагжуулдаг байна.

Хөрсний хамгийн дээд давхаргыг хучаас хөрснөөс ангид хуулж чадвал тэжээллэг бодис, бичил организмаар баялаг хөрсний А үе давхаргыг ашиглах боломжтой болох төдийгүй байгалийн хөрс шиг орчинг бий болгож, энэ нь ургамлын үндэсд сайнаар нөлөөлнө. Хучаас хөрсийг 50-100 мм зузаан хуулбал уугуул нутгийн ургамлын төрөл зүйлийг хадгалах зорилготой бүрэн нийцнэ. Хөрсний энэ давхаргад ургамлын үрийн ихэнх нь байдаг бөгөөд түүнийг хуулж овоолгын дээд хэсэгт нимгэн дэвсвэл уурхай хаасны дараа ургах ургамлын төрөл зүйлийг олшруулахад сайнаар нөлөөлнө. Нөхөн сэргээлтийн хөтөлбөрт хучаас хөрсийг ашиглахын сайн, муу талыг 2 дугаар хүснэгтээс харж болно.

2 дугаар хүснэгт: Хучаас хөрсийг нөхөн сэргээлтийн хөтөлбөрт ашиглахын сайн ба муу талууд

САЙН ТАЛ	МУУ ТАЛ
Ургамлын үртэй болно	Хогийн ургамал их хэмжээгээр ургана
Ашигтай бичил биет	Зардал гарна
Бордооны хэрэглээг багасгана	Хөрсний элэгдэл үүсгэх эрсдэлтэй
Бүрхүүл богино хугацаанд бий болно	Бусад төрлийн ургамалтай өрсөлдөнө
Чулууг далдлана	
Ухаж гаргасан хүдрийн сөрөг шинж чанарын нөлөөллийг бууруулна	

Хөрсөн дэх үрийн нөөц нөхөн сэргээлтэд чухал үүрэгтэй гэж үзэж байгаа бол нөхөн сэргээлтийн ажил хийх үед хучаас хөрсөнд байгаа ургамлын олон төрөл зүйлийг хамгаалахын тулд хөрсөнд гамтай хандвал хучаас хөрсийг дахин ашиглах үед ургамал дахин тогтвортой ургах боломжтой болно. Хөрсөн дэх үрийн нөөцийг хамгаалж, ашиглахад дараах зүйлийг анхаарах хэрэгтэй. Үүнд:

- Хөрсөн дэх үрийн хэмжээ хамгийн өндөр байх үед нь хучаас хөрсийг хуулж хадгалах
- Ургамлын үрийн чанарт сөргөөр нөлөөлж болзошгүй бол уурхайг эхлүүлэхээс өмнө өвс ногооны давхаргыг шатаасны улмаас гарах үр дагаварыг анхааралдаа авах
- Нөхөн сэргээлт хийх газарт хучаас хөрсийг шууд дэвсэж хучилт хийх

Хэрвээ хучаас хөрсний хүрэлцээ муу байвал түүнийг урт нарийн туузан хэлбэрээр зүсч, эсвэл нимгэлж хучлага хийнэ. Ийм хучаас хөрс нь шинэ байх агаад түүн дээр үрийг шууд суулгаж тарих боломжтой.

Ер нь хучаас хөрсийг нөөцөлж хадгалж болохгүй, харин түүнийг тусгай засч янзалсан газарт өргөж тавих хэрэгтэй бөгөөд энэхүү үйлдлийг 'direct return' (*шууд буцаах*) гэдэг. Хэрвээ хучаас хөрсийг давхраар нь хуулж байгаа бол хамгийн дээд давхрагын хөрсийг *шууд буцааж*, түүний доод давхаргын хөрсийг нөхөн сэргээлт хийх талбайн орчим хадгалж болно. Хучаас хөрсийг хадгалж нөхөн сэргээлтэд хожим хэрэглэхээс *шууд буцаах* нь хэд хэдэн давуу талтай. Нэгд, хөрсийг дахин зөөж, тээвэрлэх шаардлагагүй. Хоёрт, хөрсийг хадгална гэдэг бол хадгалах нэмэлт газартай болох шаардлага гарна. Гуравт буюу хамгийн чухал нь, хөрсийг хадгалсанаар түүний чанарыг доройтуулдаг. Ингэж хадгалахад хөрсөнд салхи орж чадахгүй, хөрсийн бүтэц доройтолдо орж, улмаар органик, тэжээллэг бодисууд нь үгүй болж, үрийн чанар муудаж, бусад ургамлын нөхөн үржих чанар нь устаж, хөрсөнд ашигтай бичил амьд биетүүдийн тоо ширхэг нь эрс цөөрч болзошгүй. Жишээлбэл, Баруун Австралид хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайг үйл ажиллагаанд оруулахаас өмнө болон нөхөн сэргээлтийн ажлын туршид хучаас хөрсөнд байгаа үрэнд хийсэн судалгааны дүнгээс үзэхэд, нөхөн сэргээлтийн ажлын явцад үрийн ашигтай чанар алдагдаж байжээ. Хучаас хөрсийг нөхөн сэргээлтийн талбайд *шууд буцааснаар* үрийн алдагдал нь хөрсийг хадгалахаас харьцангуй бага байсныг (50% -15% харьцаатай) уг судалгааны дүн нотолж байна (Koch et al. 1996).

Гэсэн хэдий ч хучаас хөрсийг хадгалах эхний 12 сард нөөцөлсөн хөрсний зузаанаас үл хамааран түүний чанар доройтдог гэж Кейперт (2005) дүгнэжээ. Хантер Валли-д хучаас хөрсийг хадгалах нөөц газар хангалтгүй байгаа учир ийм хөрсөн материалыг том овоолго болгон хадгалж, нөхөн сэргээлтийн явцад хөрсөн дэх физик, хими болон биологийн хүчин зүйлсийг боловсруулахад анхаарахад хангалттай гэж Кейперт үзжээ. Энэ нь нөхөн сэргээлтийн дараа талбайн ашиглалтын зориулалтыг Австралийн янз бүрийн бүс нутгийн талбайн хязгаарлагмал байдалтай уялдуулан зохицуулахын чухлыг онцолж байгаа хэрэг юм.

Гэвч цаг агаарын байдал, уулын үйл ажиллагаатай нөхөн сэргээлтийн үйл ажиллагааг хийх цаг хугацааг уялдуулан зохицуулах боломж амаргүй байдаг тул зарим хучаас хөрсийг хожим хойно хэрэглэх зорилгоор хадгалж нөөцлөхөөс өөр аргагүй болдог. Хөрсийг зургаан сараас удаан хугацаагаар хадгалбал өвсний бүтэц доройтож, үр болон бичил амьд биет үхэж болзошгүй. Хэрвээ дээд хэсгийн хөрсийг хадгалах гэж байгаа бол богино хугацаанд хадгалахаас гадна дараах шаардлагад нийцүүлсэн байвал зохино. Үүнд:

- Овоолгыг аль болох нам хийж (<2 м), дээд талын гадаргын талбай нь том байлгах
- Хөрсийг эвдрэлээс хамгаалын тулд дахин ургамалжуулах, хогийн ургамал ургахаас урьдчилан сэргийлж, хөрсний үр ашигтай микробын идэвхтэй тоог тодорхой хэмжээнд барьж байх
- Олон удаа хөдөлгөж оролдох нь хөрсний бүтэцэд сөргөөр нөлөөлж болзошгүй тул уурхайн ажил хийгдэхгүй газрыг сонгож хадгалах

Хучаас болон доод давхаргын хөрсийг тус тусад нь хадгалах хэрэгтэй. Хучаас хөрсийг нойтон байхад нь хөдөлгөөл бүтцийн доройтолд орж болзошгүй бөгөөд ийм хөрсийг дахин боловсруулахад өндөр өртөг гарах төдийгүй энэ нь тийм ч хялбар ажил биш юм. Хөрсийг нягтаршиж, бүтцийн эвдрэлд оруулахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд хөрсийг хуулж 10-15 хувийн чийгтэй байлгаж солих хэрэгтэй. Уг хөрсөн материалыг үр ашигтай хэрэглэж, захиран зарцуулахын тулд хадгалж буй хучаас хөрсний хэмжээ, байршлын бүртгэлийг GIS буюу газар зүйн мэдээллийн системийг уурхайн талбайд ашиглах хэрэгтэй. Байгаль орчинд үзүүлэх нөлөөллийг үнэлэх явцад хийсэн хөрсний зураглалыг хуулга явуулж буй газрын хучаас хөрсийг аль болох их хэмжээгээр ашиглахыг зорих хэрэгтэй.

Хучаас хөрсийг янз бүрийн машин техникийн тусламжтайгаар хуулж, буцааж болдог. Хамгийн энгийн техник болох ачигч ачааны машин, бульдозер болон скреперээр хөрсийг нүүлгэж, овоолго болгох явдал мө

5.4 Физик боловсруулалт

Хүнд даацын машинаас нягтаршсан хөрсийг нөхөн сэргээгдэх талбайнаас хуулж зайлуулж, ус нэвчих (дээр тэмдэглэсэнчлэн, нэвчилт байх ёсгүй тохиолдлоос бусад нөхцөлд) боломжтой болгож, улмаар эвдрэлээс урьдчилан хамгаалах шаардлагатай. Инженерийн усан хоолой шугам ландшафтад орж байгаа бол тухайн талбайг хагалах шаардлагатай (жишээлбэл 0,5%). Эс бөгөөс хилийн зурваст талбайг хагалах нь зүйтэй. Газрыг хагалахдаа гол төлөв бульдозероор хийнэ, харин хөрсийг гүехэн сэндийлгэхэд трактор, грейдэр аль алианаар хийж болно. Хөрсний материалын төрөл, хучаас хөрсний зузаан, нөхөн сэргээлтийн ажилд хэрэглэсэн машин техникээс хамаарч хагалгааны гүн харилцан адилгүй байдаг. Тухайлбал, талбайн зарим хэсэгт хагалгааг хучаас хөрсний элэгдлийг бууруулах зорилгоор, түүнтэй хольж хутгахын тулд чулууг малтаж гаргах зорилгоор тус тус хэрэглэнэ. Бусад тохиолдолд натри буюу хужир шүүтэй хог хаягдлыг хучаас хөрстэй хутгалдахаас болгоомжлох хэрэгтэй.

Чулууг өнгөн хөрстэй хольбол эвдрэлийг бууруулж болно (Howard & Lowe 2014), мөн усны нэвчих чадварыг нэмэгдүүлж, давс хужрыг газрын гүнд шүлтжүүлнэ (Jennings et al. 1993). Гэвч чулуу-хөрс хоёрыг зохистой харьцаатай хольж нийлүүлэх нь хамгийн чухал асуудал (Howard & Lowe 2014) бөгөөд нунтаг хэсгүүдийг чулуутай хутгаж нийлүүлсэн тохиолдолд нунтаг нь тогтворждог байна. Хэрвээ нунтаг хэсэг нь үйрмэг байвал чулуулаг бүрхүүлтэй байсан ч усны урсгалд урсан элэгдэж хорогдсоор байна (9-р зураг).

9 дүгээр зураг: Чулуулаг нимгэн хучлагтай, элсэрхэг үйрмэг хөрсөнд байгуулсан ус зайлуулах сувгийн эхний шатны алгуур элэгдэл (зүүн талын зураг), нэмэгдэж байгаа зүсэлт (баруун талын зураг)



Зургийг: Р. Лох

5.5 Химийн боловсруулалт

Ухаж гаргасан хаягдал хүдэр болон хучаас хөрсөн дэх рН, хужир давсны өндөр агууламж, мөн үржил шим дорой зэрэг химийн шинж чанар гол асуудал болдог.

5.5.1 рН

Уугуул ургамлын төрлийг ашиглахад хөдөө аж ахуй, газар тариалангийн ургацыг тодорхойлдог рН-ийн хэмжээ нь нөхөн сэргээлтийн амжилттай төдийлөн холбогдохгүй байж болно. Уугуул ургамлын төрөл зүйлийг рН-ийн дээд цэгтэй харьцуулж болох бөгөөд ингэхдээ суурь хөрсний нөхцөл байдлын тухай мэдээлэл зайлшгүй хэрэгтэй. Шаардлагатай тохиолдолд шохой, эсвэл хүхрийг ашиглаж рН-ийг шинэчилнэ.

5.5.2 Натрийн агууламж

Хөрсөн дэх нүүрстөрөгчийн натрийн хэмжээ ионжуулалтын түвшингээс даруй 6%-иас давсан тохиолдолд хөрсийг “натритай” гэж тодорхойлно, харин 15%-иас илүү бол “өндөр натрийн агууламжтай” гэж хэлнэ. Нүүрстөрөгчийн натритай хөрсний нунтаг, хөрсний давслаг чанар, бусад ионжуулалт бүхий бодис, шаврын төрөлтэй холбоотой байдаг ч ширхэг нь маш жижиг үйрмэг байдаг. Тиймээс тархалтын эрсдэлийг үнэлэхдээ хөрсний талаар туршлагатай эрдэмтдийг оролцуулах нь зүйтэй.

Үйрмэг хаягдал хүдэр болон хучаас хөрсний гадаргуу нь хатах, шингэн нэвтрүүлэх чанараар муу, хатуу байдаг бөгөөд ер нь амархан элэгдэж, туннелийн элэгдэлд хялбар өртдөг. Шаврын агуулга нь 10-аас дээш хувьтай материал их үйрмэг байдаг. Үйрмэг шинж чанарт хужир давс мөн сөргөөр нөлөөлдөг: агуулгын хэмжээ нь өндөр байвал тоос дарагчийн үүрэг гүйцэтгэдэг.

Ийм материалд гипс хэрэглэх нь илүү зохимжтой байдаг. Хэрэглэх хэмжээг тодорхойлохын тулд хөрсний тодорхой шинжилгээг хийх шаардлагатай, гэвч ерөнхийдөө нэг га-д 5-аас 15 тонн шаардлагатай. Нөхөн сэргээгдсэн талбайн налуу нь өндөр байдаг учир гипс хэрэглэж болдоггүй бөгөөд зарим тохиолдолд агаараар гипс цацаж байсан байна. Хучаас хөрсийг хуулахаас өмнө заавал гипсдэх хэрэгтэй, учир нь хөрс хуулах явцад хөрсөнд гипс хийж холиход удаан хугацааны дараа уусч хөрстэй зууралддаг байна. Гипс хялбар уусахгүй, мөн хөрсөнд үзүүлэх нөлөөлөл нь удаан байж болно.

5.5.3 Хужир давслаг байдал

Уул уурхайд хужирлаг хаягдал түгээмэл байдаг. Энэ байдлыг өөрчлөх боломж бараг үгүй. Харин менежментийн стратегиар ийм хаягдлыг олж тогтоон, улмаар нөхөн сэргээгдсэн газар нутгийн өнгөн хэсэгт байршуулахгүй байх нь чухал юм.

Хужир давсны агууламж бүхий хаягдлын сангийн ёроолоос хужир, давстай материалын шүүрэлтийн хэмжээг бууруулах, эсвэл зохицуулах талаар анхаарах хэрэгтэй. Газрын гүн дэх шүүрлийн хэмжээг (талбайн хужир давсыг уусгаж чадна) багасгах, хужир давсанд тэсвэртэй ургамлыг ашиглах, ургамлын үндэс орчимд хужир давсыг их хэмжээгээр уусгах зорилгоор чулуулаг хаягдалтай холих, хэрэв боломжтой бол битүү орчинд хадгалах нь зүйтэй. Газрын гүн болон нутгийн гүний усанд хужир давс нэвчиж байгаа асуудлыг шийдвэрлэнэ.

5.5.4 Fertility

Зарим тохиолдолд ургамал тарьж ургуулах хөрсийг хучаас хөрстэй нийлүүлж, ургамал ургахад тохиромжтой болгох шаардлага гардаг. Шинээр гаргаж авсан хөрсөн дэх ургамлын тэжээллэг бодисууд нь нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүнд бий болгохоор зорьж буй экотогтолцоонд буй тэжээллэг бодисуудаас өөр (мөн хэмжээгээр бага) байж болно. Экотогтолцооны тогтворжилтонд чухал нөлөөтэй түвшинг шинэчлэхийн тулд үр тогтолтыг хийх шаардлага гарч болзошгүй юм. Амьд экотогтолцоонд нийт тэжээллэг бодисын зарим хэсэг нь газрын дээд болон доод хэсэгт буй биомасст агуулагддаг бөгөөд томоохон хэсэг нь органик бодисын хэлбэртэй байдаг байна (Westman 1978). Зарим тэжээллэг бодисыг бордоо шиг уусмал хэлбэрээр хэрэглэх нь үр дүн өгдөггүй. Хогийн ургамал нэмэгдэж, тэжээллэг чанар нь алдагдах буюу идэвхгүй болж, шаардлагатай тэжээллэг бодисын нөөц, орчлыг хүртэл бий болгож чадахгүйд хүрнэ. Тиймээс дараах зүйлд анхаарлаа хандуулах хэрэгтэй. Үүнд:

- Ургамал бүрэн ургахад нөлөөлөх шаардагдах тэжээллэг бодисын хэмжээ
- Ургамлын үйл ажиллагааны улмаас системд ямар төрлийн тэжээллэг бодис нэмэгдэх эсэх
- Янз бүрийн хэлбэртэй тэжээллэг бодисын нөөцтэй, зохистой мөчлөг бүхий экотогтолцоо байгуулахад чиглэсэн стратеги боловсруулах.

Хучаас хөрсийг нүүлгэн шилжүүлэх явцад исэлдэлт явагдсаны улмаас азотын доошилсон хэмжээг сэргээх, элэгдлийн аюулаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд ургамалжуулалтыг дэмжихийн тулд нөхөн сэргээгдсэн талбайд бордоог ашиглах шаардлага байнга гарна.

Хөрсний дээж авч, тохирох бордооны төрөл, жор, хэрэглэх хэмжээг судлах шаардлагатай. Нэг га газарт 100-аас 300 килограмм азот-фосфороор баялаг бордоо шаардагддаг. Гэвч хэрэглэх хамгийн зохистой хэмжээг тодорхойлохын тулд талбайд тодорхой туршилт хийвэл зохино. Олон янзын машин техник ашиглаж нэг удаагийн операцийг олон удаа хийж хөрсийг нягтаршуулж, түүний тэнцвэрт байдлыг алдагдуулахгүйн тулд газрыг хагалах, бордоожуулах, үр суулгах ажлыг ганц үйлдлээр хийдэг байна.

Түгээмэл биш боловч экотогтолцоо нь хөгжин бэхжих тусам бордоог үргэлжлүүлэн хэрэглэвэл тэжээллэг бодисыг бүгдийг нь бий болгож чадах ажээ. (Хөрсөн дотор фосфорын найруулга байгаа явдал хамгийн том асуул мөн).

Уугуул бут сөөг, модыг уурхайн ажил явагдсан газарт тарьдаг бол үрэнд азот зохицуулагч буурцагт төрлийн ургамлын үрийг нийлүүлдэг; ийм төрлийн ургамал жилд нэг га газарт 20 килограмм азотыг зохицуулж чаддаг байна. Ер нь органик бордоо (жишээлбэл, биомасс, ургамлын сүрлэн бордоо болон компост)-г хэрэглэх нь ашигтай ч ийм төрлийн бордооны үнэ өртөг нь өндөр байдаг учир ашиглахад тийм ч амаргүй байдаг. Органик бус бордоотой харьцуулбал органик бордоо нь хөрсийг бордуулахаас гадна давхар боловсруулдагаараа давуу талтай юм. Харин бордоог (ялангуяа, азот) хэтрүүлж хэрэглэвэл хогийн ургамлыг их хэмжээгээр бий болгодог учир хэтрүүлж хэрэглэхээс зайлсхийх хэрэгтэй.

Металлын хор ялгарахад ургамлын бүрхүүл бүс болгоход хоёр янзын стратегийг хэрэглэж болно. Нэгд, хорын хэмжээг бууруулах, хоёрт, металлд тэсвэртэй ургамлын төрлийг ургуулах нь зүйтэй. Шохойжуулалтаар, мөн фосфор бордоог нэмж, органик бодис, жишээлбэл муу усны хоолойн лаг тунадасыг нэмэх замаар pH-ийн хэмжээг нэмэгдүүлж, олон төрлийн металлын уусах чанарыг бууруулж чадна. Энэ аргаар үр дүн нь хүссэн хэмжээнд гарахгүй хэдий ч нөхөн сэргээлтийн зорилго нь ургамлын үндэс байдаг бүсэд хортой материалыг байршуулахгүй байхад оршино. Нэг га газарт 2,5-аас 3,5 тонн хөдөө аж ахуйн шохойг хөрсөн дэх pH-ийн хэмжээ нь 5,0-оос илүүгүй байх үед хэрэглэвэл pH-ийн хэмжээг ойролцоогоор 0,5 нэгжээр нэмэгдүүлж чадна.

5.6 Биологийн боловсруулалт

Нөхөн сэргээлт хийсэн газарт биологийн боловсруулалтын хамгийн чухал үр дүн нь ургамалжуулалт байна. Ургамалжуулалт нь нөхөн сэргээлт болон нөхөн сэргээгдсэн газрын ашиглалтын зорилготой явцад нийцсэн байх хэрэгтэй (4.2.2 дугаар хэсгийг үзнэ үү). Хучаас хөрсөнд байгаа соёо (protophytes) үр, лигнотюбер (lignotubers), корм (corms), булцуут ургамал, ризомс (rhizomes) ба үндэс) төрлийн ургамлыг ашиглаж, нөхөн сэргээгдсэн талбайд олон төрлийн ургамлын аймгийг бий болгож болно.

- Үр суулгах
- Хурааж авсан ургамлыг брадиспорос (bradysporous)-ын үр ашиглаж (модон капсул доторх ургамлын үр) тархацыг нөхөн сэргээгдэж байгаа талбайд нэмэгдүүлэх
- Хүлэмжид тарьсан суулгацыг тарих
- Байгалийн бүсээс ургамал авчирч тарих
- Хүний гар хүрээгүй газраас ургамал бүхий эвдрээгүй хөрсийг ихээхэн хэмжээгээр ($> 1 \text{ м}^2$) нүүлгэн шилжүүлэх
- Шувуу, амьтан, салхи гэх мэт микроб тээгчээр ойр орчимд нэвтрүүлэх.

Нэр заасан техник тус бүрийг доор дэлгэрэнгүй тайлбарласан байна. Ер нь олон төрлийн технологийг нийлүүлэх шаардлагатай бөгөөд хамгийн тохирсон технологийг сонгох эсэхэд түүний үнэ өртөг нөлөөлнө.

Нүүлгэж шилжүүлсэн хөрсөн дэх үрийн нөөцийг уурхайн талбайн нутаг дэвсгэр, эсвэл ойр орчмын нутаг дэвсгэрээс цуглуулсан ургамлын үрээр нөхөх хэрэгтэй. Ургамлын зарим төрлийг үр суулгах замаар ургуулах нь хэмнэлттэй төдийгүй хамгийн найдвартай арга болдог. Үр суулгах нь суулгац тарихаас илүү ургамлын тархацыг хангадаг төдийгүй тухайн ургах гэж буй ургамлыг байгалийн юм шиг харагдуулдаг байна. Үрийг шууд суулгахын өөр нэг ашиг тус гэвэл, хөдөлмөрийн хөлс бага байдгаас гадна ургамал нь холимог байна. Гэвч эдгээрийг дагалдах эрсдэл ч бас бий, энэ нь цаг агаарын таагүй нөхцөл байдал, хогийн ургамал өрсөн ургах байдал, хорхой шавьжинд ургамлын үрийг алдах, үрийн соёожуулалтын түвшин доогуур байх явдал юм.

Үр шууд суулгаж, гарах үр дүнг нь нэмэгдүүлэхийн тулд дараах хүчин зүйлсийг анхаарах хэрэгтэй. Үүнд:

- **Үрийн нийлүүлэлт:** Үрийг цуглуулж, мөн худалдан авч болно. Гэвч чанарын хяналтыг бүх үе шатанд дагаж мөрдөх явдал маш чухал. Орон нутгийн үрийг хэрэглэх төлөвлөгөөг наад зах нь үр суулгахаас ганц хоёр жилийн өмнө боловсруулж хэрэгжүүлснээр хэрэглэх үрийн хэмжээ, үр цуглуулах эс үүсвэрийг тодорхойлж чадна. Үрийг аль болохоор тухайн орон нутгаас цуглуулах хэрэгтэй, учир нь ийм үр тухайн орны нөхцөл байдалд хамгийн тохирсон байдгаас гадна орон нутгийн ургамлын генетикийн үргэлжлэлийг хангадаг байна. Үрийг цуглуулсны дараа угааж, хадгалалтын хугацаанд чанарыг нь алдагдуулахгүй тийм орчин нөхцөлд байлгах шаардлагатай бөгөөд хортон шавьж, мөөгөнцөрийн хортой нөлөөллийг мөн багасгана.
- **Үрийн боловсруулалт:** Үрийг тараахаас өмнө олон төрлийн ургамлын үрийг үрслүүлгэнд бэлдэж боловсруулах шаардлагатай. Боловсруулах янз бүрийн арга бий: тухайлбал, халаалтын аргаар боловсруулах; утаа буюу утаат усанд оруулах. Холбогдох мэдээллийг үр ханган нийлүүлэгчид, эрдэм шинжилгээний ажилтнууд, судалхууны гол эх сурвалжаас (тухайлбал, Floradata 2001) авч болно. Бороо орох эсэх нь тодорхойгүй газарт байгаа бүх үрийг боловсруулах нь ухаалаг алхам биш, учир нь ирээдүйд хэрэглэж болох тодорхой нөөцтэй байх шаардлагатай. Өөр төрлийн үрийг *rhizobium*-аар тарих, эсхүл шохойн бөмбөлөг хийх.
- **Эко тогтолцооны залгамж чанар:** Төрөлжсөн, тогтвортой уугуул экотогтолцоог байгуулахыг зорьж байгаа бол уг экосистемийн залгамж чанарыг анхааралд байлгах шаардлагатай. Үр дотор эвдэрсэн газрыг өөрийн эрхшээлд оруулдаг ургамлын анхны сортыг ургуулах хэрэгтэй, гэвч туршлагаас харахад залгамж чанарыг хадгалсан үрийг суулгах нь чухал байдаг байна. Урьд өмнө байсан ургамлын төрөл нь устаж үгүй болж, ургамлын олон төрөл зүйл өөрчлөгдөж, тэсвэртэй ургамлын төрөл нь яваандаа давамгайлдаг. Гэвч урьд нь байсан ургамлын төрлийн үрийн үрслэх чадвар өөр төрлийн ургамлыг эрхшээлдээ оруулснаар ургамлын төрөл зүйлийн тоо цөөрч болзошгүй юм.

- **Хэрэглэх үрийн хэмжээ:** Хэрэглэх үрийн хэмжээг уурхайн талбай дээр туршилтаар тогтоох хэрэгтэй. Хөнгөн цагаан болон хүнд металлын уул уурхайн үйлдвэрлэлд хэрэглэж байгаа уугуул мод, бут сөөгний үрийн хэмжээ нь нэг га газарт 1-ээс 3 килограмм байдаг бөгөөд үүний 25-аас 35 хувь нь эвкалипт бүрхүүлийн ургамлын үр эзэлдэг. Нарийн ширхэгт үрийн тэсвэрт хэмжээ нь шууд тарьсан нөхцөлд 1-5% байдаг бол хатуу төрлийн үрийн тэсвэрт түвшин нь 5-10% байдаг. Тарьсан нийт үрийн 75% нь ургадаг гэж тооцвол нэг га газарт 0,1-ээс 1,0 килограмм нарийн ширхэгт үр тарих бөгөөд хатуу төрлийн үрийг нэг га газарт 2-4 килограм тарина. Нөхөн сэргээгдэж байгаа газрын ургамлын бүрхүүлийн нягтралаас хамаарч ургамлын үр тус бүрээс тарих хэмжээг тогтооно. Задгай ойд нэг га газарт 10-аас 20 килограм үр суулгах шаардлагатай байдаг.
- **Ургамлын үрийн тархалт:** Үрийг янз бүрийн арга, хэрэгслээр тараадаг. Тухайлбал, үрийг гараар, нисдэг тэрэг, онгоц, хөдөө аж ахуйн үр таригч машин, газрыг хагалж буй (дөнгөж хагалж сэндийлгэсэн газарт үр тарих боломжтой болдог) бульдозероор тус тус тарьдаг. Ургамлын үрийн төрөл тус бүрийг ургамлын бүрхүүл ямар байхтай уялдуулан тарааж тарих хэрэгтэй. Үрийг тарьж байгаа зарим механик аргаар үрийг жигд цацаж тарих боломжгүй байдаг.
- **Үр суулгах цаг:** Үрийг хэзээ тарих нь ургамлын бүрхүүлийг дахин бий болгоход нөлөөлөх чухал хүчин зүйл мөн. Ихэнх тохиолдолд борооны улирал эхлэхийн өмнө, эсхүл эхэлсний дараа тэр даруйд нь үр суулгах ажлыг хийх ёстой. Уугуул ургамлын үр соёолохын тулд тодорхой хэмжээний чийгшил, халуун агаар шаарддаг. Тиймээс соёолж үрслэх хугацаанаас өмнө үрийг суулгах нь чухал байдаг байна.
- **Ургамалжуулах:** Зарим ургамлын хамтлаг, тухайлбал эх газрын гүний ургамлын хамтлаг, өөрийн үрийг амархан тараадаггүй. Тиймээс ийм төрлийн ургамлыг уулын ажил явуулахын тулд цэвэрлэгээ хийж байгаа газраас авч, шинээр нөхөн сэргээлтийн ажил хийгдэж байгаа газарт шилжүүлэн суулгавал өөрийн үрээ тараахаас гадна хөрсийг элэгдлээс хамгаалж чаддаг.

Үр суулгах нь үрсэлгээг ургуулж тарихаас хамаагүй хямд зардалтай, хэмнэлттэй байдаг. Үр суулгах замаар тухайн ургамал ургаж бэхжиж чадахгүй, эсвэл ургуулахаар төлөвлөж байгаа ургамлын нягтрал өндөр биш байгаа нөхцөлд хүлэмжид ургуулсан үрслээг тарих нь хамгийн зөв арга болдог. Ийм төрлийн ургамлыг тухайн ургамлын үр, огтлол, эд эсийг хүлэмжин дотор сав суулганд үржүүлж, ургуулах замаар нөхөн сэргээлтийн нэгэн хэсэг болгон тарьж суулгана. Үрслээг тодорхой цаг хугацаанд тогтмол тарьж суулгахын тулд чанартай үрслээг хангадаг ханган нийлүүлэгчтэй байх, эсвэл тухайн талбайн дэргэд хүлэмжтэй байх шаардлагатай. Үрслээг тарих нь хэд хэдэн давуу талтай, ургамлын үрийг үр дүнтэй ашиглаж, үрслээг Микориз аргаар үртэй болгож, ургамлын төрлийг хяналтад байлгана. Сул тал нь гэвэл, үр суулгах, хүлэмжийг ажиллуулах, үрслээг худалдан авах ажиллагаа нь өндөр зардалтай, хэрэглэхээс хэдэн сарын өмнө тарьж, ургуулж, арчлах хэрэгтэй, мөн тарьж ургуулахад урт хугацаа шаардагдахаас гадна тарих хугацаанаас хоцорвол үрслээний чанар муудаж болзошгүй юм.

Нөхөн сэргээгдсэн газарт үрслээг суулгахад дараах зүйлийг анхаарвал зохино. Үүнд:

- Тухайн жилийн цаг хугацаа (ер нь тухайн жилийн борооны улирал эхлэхийн өмнөхөн)
- Тарилтын багаж хэрэгсэл, эсхүл машин тэрэг
- Үрслээг хөнгөлттэй усны нөөцөөр хангах (жишээлбэл, борооны ус урсаж болох газарт ийм ургамлыг тарих)
- Ургамлыг гараар услах, эсхүл усжуулалтын хос ситемийг ашиглах эсэх
- Намагшилт үүсч, хүндрэл учруулж болзошгүй далан дээр үрслээг суулгах
- Шүрших аппарат, тор хэрэглэх замаар хогийн ургамлаас хамгаалах
- Бэлчээрийн малаас хамгаалах хамгаалалтыг бий болгох (биологийн задралд орох материалаар хийсэн хамгаалалт байна)
- Тохирох төрлийн бордоог зохих хэмжээнд нь хэрэглэх

Өөр аргаар ургуулж болохгүй ургамлын төрлийг ургамлын зүсмэлийг шилжүүлэн суулгах, эсхүл ургамлын бүрхүүлтэй хөрсийг бульдозероор шилжүүлэн суулгаж болно, энэ аргыг 'habitat transfer' гэж нэрлэдэг бөгөөд энэ нь өртөг өндөртэй байдаг.

Өөр арга, техник хэрэгсэл хэрэглэж болох хэдий ч ургамлын зарим төрлийг ургуулж чадахгүй, гэвч ийм ургамал сэргэлдээ нутгаас нүүж тэр орчмын ойг аажмаар эзлэнэ. Жишээлбэл, цахирмаа цэцгийн төрөл хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайн нөхөн сэргээлтийн орчинд байхгүй байгаа ч хөрс болон экосистемд шаардагдах хэмжээний микориза бий болонгуут дайрч орж ирнэ (Grant & Koch 2006). Нөхөн сэргээлтийн талбай болон ойр орчмын ой хоорондын хилийн заагийн хэмжээг өргөжүүлэх, мөн нөхөн сэргээгдсэн уурхайн нүхэнд ой мод таривал ойр орчмын нутаг дэвсгэрээс түрэмгийлж орж ирэхээс хамгаалж чадна.

Зарим төрлийн ургамал уугуул ургамлын төрлийг сэргээх зорилготой нөхөн сэргээгдсэн газарт үр, шинэ хучаас хөрсийг ашигласан ч гэсэн ургаж чаддаггүй байна. Холтос болон газрын гүнд байгаа биетээс (тухайлбал, булцуут ургамал, салаалсан үндэстэй ургамал г.м.) үндэс дахин нахиалахад гарах хөдөлгөөнд эдгээр төрлүүд ихээхэн эмзэг байдаг. Ийм “зөрүүд” төрлийн ургамлын амьдралын мөчлөг, мөн нөхөн сэргээгдсэн газарт тэднийг нутагшуулах аргыг судалж ойлгохын тулд тэдгээр ургамлын талаар илүү анхаарч, цаашид судлах шаардлагатай.

Мөөгөнцөр, бактери, дан эст ургамал зэрэг хөрсөн дэх бичил организмтай ургамлууд харилцан ашигтай симбиоз харилцаа тогтоодог байна. Австралийн ихэнх хөрсөнд микориза нь экотогтолцооны ердийн бүрэлдэхүүн хэсэг нь болдог. Энэ нь Австралийн хувьд маш чухал зүйл учир нь зарим ургамлын төрлийг бэхжүүлэхэд микориза чухал үүргийг гүйцэтгэдэг. Нөхөн сэргээлтэд хэрэглэж байгаа уугуул ургамлын төрөл нь *vesicular arbuscular mycorrhiza* (VAM) болон *ectomycorrhizal* мөөгөнцөртэй холбоо тогтоодог. Үржил шим муутай хөрсөнд ургаж байгаа ургамлын фосфорын шингэлэлтийн хэмжээг нэмэгдүүлэхэд эдгээр мөөгөнцөр чухал үүрэгтэйг нотолсон байна. Хучаас хөрсийг оролдох, эсвэл овоолж хадгалбал VAM мөөгөнцөр нь бусад төрлийн ургамалтай холбогдож үл чадна. Үүний уршгаар нөхөн сэргээлтийн эхний үед халдварын хэмжээ ч доогуур байх болно. Түүний нэгэн адил шинээр хийж буй нөхөн сэргээлтэд цөөн тооны *ectomycorrhiza* мөөгөнцрийн төрөл ажиглагдсан байна. Тодорхой төрлийн микориза дахин суурьшихаас нааш зарим төрлийн ургамал нөхөн сэргээгдсэн талбайд суурьшиж чаддаггүй. Микоризийн тарилгыг хадгалахын тулд хучаас хөрсийг боломжтой үед нь шууд буцаах хэрэгтэй; хэрвээ түүнийг овоолж хадгалах боломж байхгүй бол овоолго нь нам байхаас гадна овоолгыг цаг алдалгүй ургамалжуулах зүйтэй байдаг. Сүүлийн үед биологийн тарилгыг шинээр бий болгосон бөгөөд чухал төрлийн микробыг дахин нэвтрүүлэхийн тулд нөхөн сэргээгдсэн талбайд түүнийг ашиглаж байна.

5.7 Ан амьтан дахин суурьших нь

Нөхөн сэргээгдсэн газрын өвс ургамлын бүтэц, бүрдэл хэсэг нь хүрээлэн буй нутаг дэвсгэртэй адил байвал ан амьтан нөхөн сэргээгдсэн газарт нутаг сэлгэж нүүдэг. Нөхөн сэргээгдсэн газарт тухайн ан амьтан амьдрахад шаардагдах төрөл зүйл хэдэн арван жилийн дараа л бүрэлдэж болох юм.

Эдгээрийг нөхөж гүйцээхийн тулд доор дурдсан арга хэмжээг авна. Үүнд:

- өвсөн мод (grasstree)-г шилжүүлэн суулгах
- Ургамлыг хамгаалж, дахин ашиглаж бордоо маягаар тарааж, жижиг, сээр нуруугүй, хэвлээр явагч амьтанд оромж болох, хөрсний эвдрэл болон тэжээллэг бодис алдахаас хамгаалах
- Шувуу, хөхтөн амьтны олон төрөлд орогнох болон үржих орчин бий болгох зорилгоор шувууны хайрцагт үүрийг барих.
- Газар дээр амьдардаг ан амьтанд зориулж ойгоос зайлуулсан модыг эргүүлэн авчирч, амьдрах орчныг бүрдүүлэх.
- Цөөн тооны бул чулууг шилжүүлэх замаар хэвлээр явагч амьтанд зориулж орогнох газар засах
- Гүрвэл, шувуу суух саваа мод барих (ургамлын үр шилжүүлж авчирч болзошгүй)
- Үхсэн модны нүх, халцарсан холтос зэргийг ашиглаж, жижиг биет, хэвлээр явагч болон сээр нуруугүй амьтны орогнох байр бий болгох.

Эдгээр арга, техник бүх тохиолдолд нэгэн адил тохирч таарахгүй, мөн эдгээр арга, техникийг сайтар бодож нэвтрүүлэхгүй бол олон хүндрэл бэрхшээл үүсч болзошгүй юм. Эдгээрийг нөхөн сэргээлтийн зорилго, мөн газрын ашиглалттай уялдуулан зохицуулах хэрэгтэй. (Жишээлбэл, чулуу, гуалин модны овоолго хэрэг болохгүй байж болно).

Кейс судалгаа 4: Баруун Австралийн Жарра ой ширэнгэнд устаж үгүй болох аюултай хар тоть шувууны амьдрах орчныг хамгаалах нь

Баруун Австралийн Жарра ойд устаж үгүй болох аюултай ан амьтанд нөлөөлөх хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайн нөлөөллийг судлах үүрэг бүхий тусгай менежментийн хөтөлбөрийг Алкоа компани хэрэгжүүлж байна. Устаж үгүй болох аюулд байгаа шувууны төрөлд улаан сүүлт хар тоть шувуу ордог. Энэ шувуу Жарра ойн модонд, ялангуяа, маш бүдүүн (диаметр нь 1.5 м) өндөр настай (200 гаруй жил) модны хөндийд үүрээ засдаг байна.

Тиймээс том хөндийтэй модыг хамгаалах нь уурхайн нөлөөллийг зохицуулах үр дүнтэй стратеги мөн бөгөөд үүнийг олон аргаар хэрэгжүүлж байна. Жарра болон Марри модыг хамгаалахын тулд өндөр настай мод бүхий ой дотор ямарваа уулын үйл ажиллагаа явуулахгүй байгаа бөгөөд тэнд буфер бүсийг байгуулсан байна. Үйлдвэрлэлийн үйл ажиллагаа явуулж буй бусад өргөн нутаг дэвсгэрт шувууны үүрийг олж тогтоон, улмаар тэдгээрийг хамгаалах дүрэм, журмыг хүртэл Алкоа боловсруулсан байна.

Шувууны үржил, тоо ширхэгийг хамгаалахын тулд шувууны үүрийг хамгаалах нь уг стратегийн зорилго оршино. Үүнд:

- Ачааны зам, олборлох нүх барихаар төлөвлөж байгаа газар нутагт шувууны үүр бүхий модыг уулын ажил явуулахын өмнөх судалгаанд хамруулж байна.
- Шувууны үүрийг хамгаалах зорилгоор GIS системээр уурхайн төлөвлөгөөнд ашиглаж байна
- Уулын үйлдвэрлэл явуулах бүх үе шатанд модны хөндийг үүр болгон үржлийн явцыг хянаж байна.

Тухайлбал, тээврийн зам, усны суваг, хөрс овоолох талбайн зураг төслийг гаргах үед модон дээр байгаа шувууны үүрийг бүртгэсэн тухай мэдээллийг ашиглаж байгаа нь шувууны үүртэй ой модыг цэвэрлэх үед тэдгээрийг хөндөхгүй байна. Уурхайн үйл ажиллагаа явагдах талбай дээр байгаа үүртэй модыг нэг бүрчлэн үнэлж, тэнд тоть шувуу хэзээнээс эхлэн үүрлэж байгаа, үүрний чанар, цэвэрлэгээнд орох нутаг дэвсгэрийн гадуур байгаа үүртэй модноос хэр хол байгаа зэргийг судалж, хамгаалалтад авч байна.



Үүнээс гадна хар тоть шувууг хамгаалахад нэн чухал 100 га ойн заагийг тогтоож, Алкоагийн Майара дахь уулын ажлаас уг талбайг хассан байна. Энэ бүс нутагт модон доторх нүхэн үүр маш олон байгаагаас (40-өөс илүү) гадна олон зуун тоть шувуу энд өндөглөдөг байна.

Бус нутаг дахь устаж үгүй болох аюултай бүх төрлийн ан амьтанг хамгаалах асуудал ан амьтан судлах хөтөлбөрт багтаж байгаа бөгөөд үүний хүрээнд тэдгээрийн экологи, амьдралын хэв маяг, шаардлагыг мөн судалж байна.

Модон доторх хонхор үүрний аманд сууж буй эм улаан сүүлт хар тоть. Энэ модыг 250 настай гэж тооцогджэ байна. Шон дээр байршуулсан камерын тусламжтайгаар үүрийг тогтмол хянажэ байгаа бөгөөд түүгээр энэ зургийг авчээ.

Зургийг: Т. Кэркби



Энэ зургийн доод хэсгийн төвд тотийн дэгдээхий харагдаж байна

Зургийг: Т. Кэркби

5.8 Нөхөн сэргээлтийн менежмент

Нөхөн сэргээлтийн менежментийн зорилго нь нөхөн сэргээгдсэн талбай өөрийгөө тэтгэх чадвартай, уян хатан болохоос гадна хүний гар хүрээгүй хүрээлэн буй газарт арчилгаа шаарддаггүйтай нэгэн адил байдалд оруулахад оршино. Нөхөн сэргээлтийн менежментийн хамгийн том хүндрэлтэй асуудалд гал түймэр, хогийн ургамал, тэнэмэл золбин амьтан, газрын элэгдэл, өвс ургамлын өвчин, тэжээллэг чанарын мөчлөг ордог. Нөхөн сэргээлтийг амжилттай болгохын тулд дээр дурдсан асуудлыг газар эзэмших эрхийг буцаахаас өмнө хэдийнээ шийдсэн байвал зохино. Энэ хэсэгт нөхөн сэргээлт хийсэн газрын нөхөн сэргээлтийн менежментийн асуудлыг нарийвчилж үзэж байна. Энэ сэдэв Уурхайн хаалт гэсэн тэргүүн туршлагын номонд мөн тусгагджээ (DIIS 2016b).

Австралид ургамлын аймгийн хөгжлийг төлөвлөхөд гал түймрийн асуудлыг онцгойлон авч үздэг. Зарим төрлийн ургамал галд огт тэсвэргүй байхад зарим нь нялх байхдаа галд тэсвэргүй байдаг. Нөхөн сэргээгдсэн газарт ургамлыг аль болохоор гал түймэрт өртүүлэлгүйгээр ургуулах, гал түймэрт өртсөн бол түүнийг үржих боломжтой болтол галаас хамгаалах төлөвлөгөөг боловсруулах шаардлагатай байж болох юм. Гал түймрийг хянах стратегид галтай тэмцэх зурвас, зэргэлдээ газар нутагт гал түймэр шилжих аюулыг багасгах, нөхөн сэргээгдсэн газарт шатаж байгаа материалын гадаргууг хөргөх, хогийн ургамлыг устгалд оруулах асуудлыг тусгаж болно. Баруун Австралийн Жарра ойд байдаг нөхөн сэргээлт хийгдсэн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайд гал түймрийн экологийн ажлыг Grant et al. (2007) нэгтгэн дүгнэжээ. Нөхөн сэргээгдсэн газарт галыг ашиглан дэс дараалсан бүтээн байгуулалтын ажлыг хийж гүйцэтгэх, мөн гал нь тэнцвэр алдагдуулагч хүчин зүйл болдгийн хувьд галд тэсвэртэй болгох ажлыг хийжээ. Энэ ажил нөхөн сэргээгдсэн газар тогтворжилттай, уян хатан байж чадах чадварыг илтгэхэд чухал нөлөө үзүүлсэн бөгөөд урьд өмнө Жарра дэх уурхайн хэсэг байсан томоохон газар нутагт нөхөн сэргээлтийн ажлыг амжилттай хийж гүйцэтгэсэн гэсэн гэрчилгээг олгоход нь нөлөөлсөн юм.

Хогийн ургамал ургах, тархах явдлыг хянах асуудал нөхөн сэргээлтийн ажлын нэг чухал хэсэг нь мөн. Нөхөн сэргээгдсэн газарт хогийн ургамлын тархалтыг хянах нь хялбар ажил огт биш учраас түүнийг устгалд оруулахаас илүү урьдчилан сэргийлэх асуудалд онцгой анхаарах хэрэгтэй. Хогийн ургамлын үр тархахаас урьдчилан сэргийлэхийн тулд эвдрэлд орсон газрын ойр хавийн хогийн ургамлыг устгалд оруулахаас эхэлнэ. Тиймээс малын баасанд хогийн ургамлын үр орж нийлэх, чухал ургамлын төрлийг бохирдохоос урьдчилан сэргийлэх хэрэгтэй. Санаатай болон санамсаргүй

байдлаар Австралид оруулж ирсэн зарим ургамлын төрөл нь хогийн ургамал болсон жишээ цөөнгүй байдаг учир сонин этгээд ургамлыг нөхөн сэргээгдсэн газарт тарьж ургуулах эсэх талаар сайн бодох хэрэгтэй. Хогийн ургамлыг устгах техникт бодит/механик, химийн, биологийн болон экологийн аргууд багтдаг. Хогийн төрлийн ургамлын тархалтыг таслан зогсоох хамгийн үр дүнтэй арга нь ургуулахаар төлөвлөж байгаа ургамлын төрлөөр уг талбайг бүрхэх явдал мөн. Түүнчлэн хөрс хагалалт, хогийн ургамлыг гараар түүх, шатаах, гербицид цацах зэргээр хогийн ургамлыг устгаж болно. Гэвч хогийн ургамал дунд ургуулах ёстой ургамлын төрөл байвал устгалыг тийм ч хялбар хийх боломжгүй болно. Өвс бус төрлийн ургамалан бүрхүүл дахин бий болсон газарт өвс устгах гербицидийг ашиглаж болох жишээтэй. Гараар хогийн ургамлыг түүж устгах нь зардал ихтэй хэдий ч жижиг талбайд үр дүнтэй арга байж болох талтай.

Тэнэмэл золбин болсон гэрийн тэжээвэр амьтад нөхөн сэргээгдсэн газрыг дахин эвдрэл оруулах хамгийн аюултай хүчин зүйлс мөн. Уугуул амьтанд (тухайлбал 1080) хоргүй өгөөш хэрэглэх, эсвэл хашаа тор (зарим тохиолдолд) татах замаар уурхайн талбай болон түүний ойр орчмын газарт байгааг амьтны төрлийг устгаж болно. Уурхайн талбайд галт зэвсгийг зөвшөөрдөггүй учир буудаж устгал хийх нь бараг боломжгүй зүйл.

Тогтвортой экотогтолцоог бий болгоход анхаарвал зохих чухлаас чухал нэг асуудал бол хөрсний тэжээллэг, ус хадгалах, үндсийг тэжээх хэвийн болон өсөн нэмэгдэж байгаа чадвар мөн. Нөхөн сэргээлтийг тогтвортой байлгах тэжээллэг чанарын мөчлөгийг дахин сэргээх явдал маш чухал байдаг. Уулын ажлын улмаас ургамалжуулалт устаж, улмаар талбай дээр байгаа ургамлын тэжээллэг чанар доройтдог. Экотогтолцоонд мөн газрын гадаргын дээр байгаа ургамлын нийт тэжээллэг бодисын харьцаа нь өндөр байх тохиолдол маш чухал, тухайлбал Австралийн ихэнх экотогтолцоо ийм онцлогтой байдаг. Энэ тохиолдолд уулын ажил эхлэхээс өмнөх үеийн экотогтолцооны бүтээмжийн түвшинд хүргэж удаан хугацаанд тогтворжиход эергээр нөлөөлж чадвал ийм тэжээллэг бодисыг нэмж өгвөл зохино. Үүнийг нөхөн сэргээлтийн ажлын үе мөчийг тогтоох үед нэг удаагийн бордоожуулалтаар хийж болно. Гэвч заримдаа нэн ялангуяа, малын бэлчээр, газар тариалангийн зориулалтаар ашиглах талбайд дахин нэмэх хэрэгтэй байдаг. Юутай ч, нөхөн сэргээгдсэн газрын тэжээллэг бодисын мөчлөгийг тогтмол хянах нь чухал бөгөөд үр дүнд нь идэвхтэй экотогтолцоог сэргээн босгох явдал мөн.

Хөрсний томоохон элэгдлийг тогтмол хянах хэрэгтэй. Ер нь газрын гадаргын урсац (горхи, жалга, тунель) бий болбол яваандаа томрох аюултай учир анхаарвал зохих асуудлын нэг нь болдог. Энэ байдлыг засч залруулах арга, хэрэгцээ байгаа гэж бодвол элэгдлийг бий болгож буй шалтгаан, өсөн нэмэгдэж болзошгүй байдлын аль алиныг нь үнэлэх хэрэгтэй. Заримдаа энэ нь нөхөн сэргээгдсэн талбайг улам доройтуулж болзошгүйг мөн анхаарвал зохино.

6.0 МОНИТОРИНГ ГЭЖ ЮУ ВЭ?

Гол санаа

- Мониторинг нь тодорхой зорилготой, сайн бодож төлөвлөсөн, уурхайн үйл ажиллагааны бүхий л үе шатны бүрэлдэхүүн хэсэг нь болж орсон байх нь уурхайн хаалтыг амжилттай, бага зардлаар, үр дүнтэй хийж гүйцэтгэхэд чухал ач холбогдолтой.
- Талбайн тодорхой хэсэгт хийх нөхөн сэргээлтийн зорилгыг үндэс болгон нөхөн сэргээлтийн үр дүнг хэмжих үзүүлэлт, хаалтыг хэмжих шалгуурыг тус тус хэмжих хэрэгтэй. Ингэхдээ бодит нөөц, эвдрэлийн цар хүрээг анхааралдаа авах нь чухал.
- Мониторинг хийх үзүүлэлтийг сайтар бодон сонгож, нөхөн сэргээлтийн урт удаан хугацааны үр дүнг хянах, үнэлэх үйл явцад ашиглах нь чухал юм.
- Мониторингийн тусламжтайгаар нөхөн сэргээлтийг даган зохицох менежмент ямар байж болохыг тодорхойлж өгдөг.
- Уурхайн болон нөхөн сэргээлтийн ажил эхлэхээс өмнө уурхайн хаалтыг төлөвлөх хэрэгтэйгээс гадна уурхайн үйл ажиллагааны туршид тэдгээрийн мониторингийг шаталсан байдлаар хийвэл зохино.

6.1 Мониторинг

Нөхөн сэргээлтийн ажлын ач холбогдлыг ойлгож, үргэлжлүүлэхийн тулд мониторинг үнэлгээний ажил амин чухал юм. Нөхөн сэргээлтийн үнэлгээг шаталсан байдлаар хийхгүй бол уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажлын шинжлэх ухаан, практикийн ач холбогдлыг бууруулж, улмаар тухайн компани талбайг эзэмших эрхээ буцааж өгөхөөс өмнө нөхөн сэргээлтийг зохих ёсоор хийхгүй байж болзошгүй юм.⁵

Мониторинг хийнэ гэдэг нь нөхөн сэргээлтийн үйл явц, түүнийг хийж дууссан байдалд үнэлгээ хийхэд шаардагдах мэдээллийг цуглуулж, тэдгээрт дүн шинжилгээ хийж, тайлбарлахыг хэлж байгаа болно. Нөхөн сэргээлтэд хэрэглэж байгаа мониторинг нь гол төлөв усны агуулга, чанар; хөрсний гадаргын тогтвортой байдал болон элэгдэл; чулуулгын хаягдал болон уурхайн хаягдал цөөрмийн гидрологи; агаарын чанар болон хийн хаялт; ургамлын бүрхүүлийн тархалт; ан амьтан дахин нутагшиж байгаа эсэх асуудлууд ордоос гадна нөхөн сэргээлт болон сэргээлтийн дараа тухайн газар нутгийг ашиглах зорилтууд хэрхэн биелж байгааг хянах явдал орно.

Мониторинг, хяналт шалгалтын дүнд авсан мэдээлэл дээр тулгуурласан менежмент нь уул уурхайн компанид хөгжлийн тогтвортой үр дүнд хүрэх боломж олгодог нь энэ аргаар нийгэм болон байгаль орчны параметрийг тодорхойлогч процесс, журам дүрмийн хэрэгжилтийг хянах боломжтой байдаг байна. Ажлын явцыг хянах замаар дэвшүүлсэн зорилтууд биелэгдсэн эсэхийг тогтоохоос гадна шалгуур үзүүлэлтийн дагуу сэргээгдсэн талбай нь хүн, зэрлэг амьтанд аюулгүй, хор нөлөөгүй, тогтвортой болсныг хэмжих шалгуур үзүүлэлтэд хүрснийг нотлох учиртай (жишээлбэл, уурхайн хаалтын дараа ашиглахаар тохирсон тохиролцоо биелэгдэх боломжтой болсон байдал) (ANZMEC–MCA 2000; DENP 2014).

Уурхайн талбайн тодорхой хэсэгт хийсэн нөхөн сэргээлтийн ажлын үр дүн таван жилээс өмнө гарна гэж нотолж чадахгүй л болов уу (ANZMEC–MCA 2000). Тиймээс санхүү, тайлан бүртгэл, уурхайн талбайн ажилчид зэрэг туслах механизм, бас элэгдсэн жалгыг хэвэнд оруулах машин техник зэрэг

5 Уг цувралын бусад гарын авлагад мониторингийн үр дүнгийн талаар, мөн үнэлгээний зарчим, тухайлбал мониторинг хяналт (DIIS 2016c), уурхайн хаалт (DIIS 2016b) болон биологийн төрөл зүйлийн менежмент (DIIS 2016d) зэрэг асуудлыг нухацтай авч үзсэн байгаа болно.

засвар үйлчилгээний нөөцтэй байх нь маш чухал. Уурхай ашиглалттай байгаа үед эдгээр нөхцөлийг хангасан тохиолдолд нөхөн сэргээлтийн шаталсан төлөвлөгөөг боловсруулах хэрэгтэй; боломжтой бол нөхөн сэргээгдсэн талбайн тэр хэсгийг шат дараалан чөлөөлж болох талтай.

6.2 Мониторингийн хөтөлбөр боловсруулах нь

Нөхөн сэргээлтийн мониторинг хэд хэдэн үндсэн бүрэлдэхүүн хэсэгтэй бөгөөд Австралийн уурхай, Уул уурхай, металлын олон улсын зөвлөл (УУМОУЗ)-ийн *Уул уурхай болон биологийн төрөл зүйлийн (ICMM 2006b) талаар баримтлах тэргүүн туршлага* номонд суурилсан байна:

- Техникийн үйл явц
 - Нөхөн сэргээлтийн журам, түүний дотор талбайг бэлдэх, өнгөн хөрсний ашиглалт (эх үүсвэр, сортлох, хадгалах хугацаа); бордооны төрөл, ашиглах горим, түүх; олон төрлийн үрийн цуглуулга (төрөл зүйл, үнэ тариф, хэрэглэх горим); таримал ургамлын ургацын өтгөн шингэн байдал; гал түймрийн гаралт зэрэг нь хожим хойно мониторингийн үр дүнг тайлбарлахад амин чухал зүйл болдог байна.
- Амьд организмын хувьсал
 - Уурхайн талбайд тогтмол цуглуулдаг бусад төрлийн мэдээлэл, тухайлбал бороо, температур, чийгшил, салхины хурд, талбайн хог хаягдал, газрын гадаргын усны хэмжээ, усны гадаргын процесс, туналт, ус нэвчилт, усны гольдрилд усны түвшний тухай мэдээлэлтэй байвал нөхөн сэргээлтийн тодорхой үр дүнд хэрхэн яаж хүрснийг ойлгож мэдэхэд чухал ач холбогдолтой байдаг.
- Жишиг уурхайн талбай
 - Уулын ажил хийгдээгүй буюу ижил төрлийн талбайд суурь мониторинг тогтмол хийснээр чанарыг харьцуулан хянах жишгийг тогтооход чухал нөлөөтэй байдаг.
- Биологи/дэс дараалсан процесс
 - Нөхөн сэргээлт хийсний даруйд (<2 жил) явуулсан мониторинг нь чанарын хяналтын чухал алхам, арга хэмжээ мөн.
 - Нөхөн сэргээлт дууссаны даруйд хийсэн мониторингоос 2-3 жилийн дараах урт хугацааны мониторингоор хэтдээ нөхөн сэргээлтийн ажил ямар дүнтэй байгааг, мөн хандлагыг судлахад чухал нөлөөтэйгээс гадна эдгээр хандлага нь экотогтолцооны тогтворжилтыг хангаж чадах эсэхийг тодорхойлдог байна.

Мониторинг гардан хийж байгаа хүмүүс бүх үйл явцыг нарийн тэмдэглэж баримтжуулах нь одоо хийж байгаа нөхөн сэргээлтийн ажлын явц үр дүнг өмнөхтэй харьцуулж дүгнэлт хийх боломжийг олгодог. Ингэснээр дараа дараагийн сайжруулалтын арга хэмжээг өмнөх туршлага дээр үргэлжлүүлэн хийх боломжтой болдог, учир нь нөхөн сэргээлтийн явцад уурхайд ажиллаж байсан хүн өөр ажил руу шилжсэн байж болно.

6.2.1 Сайн мониторингийн хөтөлбөрийг хэрхэн боловсруулдаг вэ?

Мониторинг үр дүнтэй болгохын тулд хэмжилтийг тодорхой дэс дараалалтай, чанартай хийх хэрэгтэй. Ингэснээр нөхөн сэргээлтийн үр дүнд гарсан өөрчлөлтийг байгалийн өөрийн өөрчлөлтөөс үүссэн хувьсалаас ялган салгаж, нарийн хэмжиж тогтоох боломжтойгоос гадна менежментийн зохих арга хэмжээг авч болдог юм (Barker 2001). Мониторингийн хөтөлбөрийг нарийвчлан бодож боловсруулсан нөхцөлд л дээрх үр дүнд хүрэх боломжтой.⁶

6 Үүнийг нөхөн сэргээлтийн мониторингийн үр дүнтэй арга болохыг Баруун Австралийн уурхайн байгаль орчны менежерүүд онцолсон билээ (Thompson & Thompson 2004).

Үр дүнтэй мониторингийн хөтөлбөрийг дор дурдсан дэс дарааллаар боловсруулна. Үүнд:

- Мониторинг болон нөхөн сэргээлтийн зорилтыг тодорхой, хоёрдмол утгагүй тодорхойлох
- Нөхөн сэргээсэн газрыг өргөн хүрээгээр харьцуулах боломжийг бүрдүүлэхийн тулд загвар уурхайн талбайг сонгох
- Тухайн системд тохирсон дээжис авах зохих аргачлалыг сонгох (тухайлбал, хөрсний төрөл буюу ургамлын тодорхой үечлэлтэй).
- Зорилгод хүрэх тохирсон орон зай, цаг хугацааны хүчин зүйлсийг тодорхойлох
- Үр дүнд статистикийн нарийвчилсан дүн шинжилгээ хийх боломжийг бүрдүүлэхийн тулд хуулбарлан турших
- Мониторинг хийх талбайг сонгохдоо хэмжилтийн алдаа гаргахгүй байх, эсвэл бууруулах (жишээлбэл, сорьцлох загварт сорьцыг санамсаргүй байдлаар сонгох)
- Талбайн нөхцөлд тохирч байгаа эсэхийг бататгахын тулд эхлээд туршиж үзэх
- Хэрэглэж байгаа аргачлалыг давтаж болох эсэхийг тогтоохын тулд сургалт явуулж, туршилт хийж, өөр үр дүнтэй харьцуулж судлах
- Чанарын хяналтыг тогтмол хийж байж статистикийн дүн шинжилгээ болон дүгнэлт хийх боломжтой (Green 1979; Legg & Nagy 2006; Lindenmayer & Likens 2010) болдог.

6.3 Жишиг буюу загвар талбайн үүрэг роль

Уулын ажлын улмаас тухайн газар нутгийн гидролог (гадаргуу болон гүний ус), байр зүйн зураглал, геологид асар их өөрчлөлт оруулдаг (Doley et al. 2012). Түүнээс гадна гадаргуу хөрстэй харьцаж байгаа байдал, үржүүлэх үйл ажиллагаа, менежментийн эхний шат, мөн талбайн бусад нөхцөл байдлын өөрчлөлт, хувьсал уулын ажил эхэлж байгаа эхний үед нөхөн сэргээлтийн ажил ямар байдлаар цаашид өрнөхийг таамаглах боломжгүй байдаг. Тийм учраас жишиг талбайг чиг баримжаатай болохын тулд болохоос биш энэ л жинхэнэ эцсийн үр дүн гэж хүлээн авч болохгүй (Nichols 2004).

Нэгэнт экотогтолцооны дэс дарааллын траектори тодорхой болсон нөхцөлд жишиг талбайд дэвшүүлсэн зорилтыг хянах, нарийвчлах боломжтой болдог. Грантын (2006) боловсруулсан загвар хандлагыг ашигласнаар өсөлтийн энэхүү траекторийг ойлгох боломжтой.

Харьцуулсан стандарт өөрийн гэсэн хязгаартай байдаг ч уулын ажил явагдаагүй системд мөрдөх түвшнийг тогтоох нь хэд хэдэн шалтгаанаар маш чухал үүрэгтэй байдаг. Тухайлбал, түвшин тогтоолт:

- Ямар төрөл, хэмжээний ургамлын бүрхүүл байгаа, нэвчилт болон урсаж буй усанд үзүүлж буй нөлөөг тайлбарлах
- Нөхөн сэргээлтийн ажлын явцад сөргөөр нөлөөлж болзошгүй цаг уур, улирлын нөлөөллийн үнэлгээ хийх
- Усны хангамж, өөрчилсөн газрын гадаргын дээрх усны хөдөлгөөний талаар судалгаа хийж, нөхөн сэргээгдсэн газрын тэжээллэг бодисд яаж нөлөөлж болохыг тогтоох

1-р Хайрцаг

Зүүн өмнөд Квислендэд байдаг Меандү уурхайн нутагт ургадаг эвкалиптийн 3 төрлийн модны нийлбэрээр түвшинг тогтоож болохыг Neldner and Ngugi (2014) нар нотолжээ. Тэд BioCondition гэдэг аргачлалын (Eyre et al. 2011) замаар шинээр нөхөн сэргээлт хийсэн газрын нөхцөл байдлыг тогтсон жишигтэй харьцуулж үнэлжээ. Уурхайн нөхөн сэргээлтэд ашиглах зорилгоор ургамлын байдлын үнэлгээг хийх аргыг нэвтрүүлж, 50-аас бага насны уурхайн талбайн онцлогт тохирсон нөхөн сэргээлтийн ажлыг үнэлэх аргачлалыг боловсруулжээ.

Үүнийг амжилттай хэрэгжүүлэхэд мод, бут сөөг (Ngugi et al. 2015) хэр удаан, олон жил ургаж болох аргыг тогтоох загварчлалын системийг (Экосистемийн динамик симулятор) боловсруулжээ. Үүний ачаар мод, бут сөөгний ирээдүйн траекторийг тогтсон жишигтэй нийлүүлэн тогтоосон байна. Ийнхүү менежментийн авч болох арга хэмжээний хүрээ, мөн түрээсийн талбайг буцааж өгөхөөс үүдэх эрсдэлийг үнэлжээ.

2-р хайрцаг

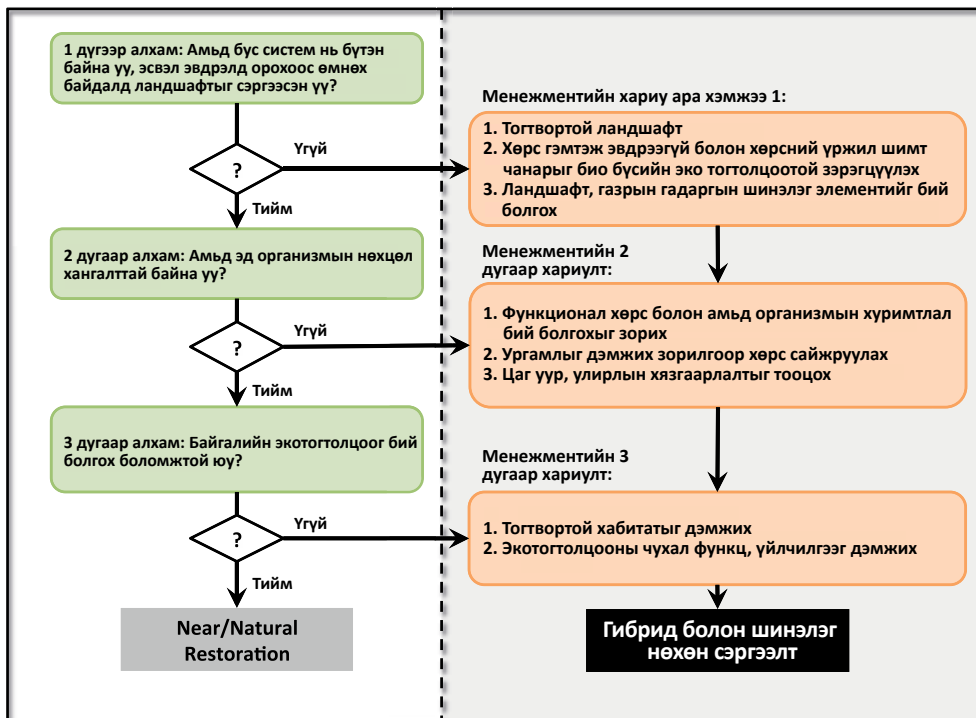
Ургамлын өсөлт болон экотогтолцооны хөгжилд орон нутгийн цаг уур, геологи болон ландшафтын нөлөөллийг газар нутгийн эвдрэлийн түвшинтэй холбож, сэргээн босголт буюу нөхөн сэргээлтийн байдлыг тогтоохын тулд “шийдвэр гаргагч мод”-ны загварыг сонгох саналыг Doley and Audet (2013) хоёр дэвшүүлжээ.

Үүний эхний алхам бол экотогтолцооны гүйцэтгэх үүргийн дэлгэрэнгүй үнэлгээг эрсдлийн маш нарийн хяналтын дор хийх хэрэгтэй (Doley et al. 2012). Үүний дараа газар нутгийн тохиромжтой байдал болон биологийн функцид “шийдвэрлэгч мод”-ны загварыг ашиглаж дүн шинжилгээ хийнэ. Ийм дүн шинжилгээг хийхдээ олон асуудал дэвшүүлэх бөгөөд үүгээр тухайн талбайд ямар боломжийн үр дүн гарахыг тодорхойлно.

Нөхөн сэргээлтийн зорилго нь байгалийн, гибрид эсвэл шинэхэн экотогтолцоо байгуулахад оршиж байгаа хэдий ч экотогтолцооны системийг хамгаалах хамгийн өндөр стандартыг бий болгох явдал учир нөхөн сэргээлтэд зарцуулах мөнгө хөрөнгө, хүчин чармайлтаас гар татаж болохгүй.

Сэргээн босголт/нөхөн сэргээлтийн ажилд “шийдвэрлэгч мод”-ны загварыг хүрээнд менежментийн аргачлалыг Айса уулын дэргэдэх талбай, Боуэн Бэсин (CMLR нийтлээгүй өгөгдөл) сав газарын дөрвөн уурхайн талбайд хэрэгжүүлжээ.

Сэргээн босголт/нөхөн сэргээлтийн ажилд “шийдвэрлэгч мод”-ны загвар



Эх сурвалж: Doley & Audet (2013, 2014)-г засч сайжруулав

6.4 Гүйцэтгэлийн үзүүлэлтүүд

Уурхайн нөхөн сэргээлтийг төсөлд мониторинг хийж, тайлагнахад нөхөн сэргээлтийн үр дүнг тодорхой зорилготой харьцуулж туршдаг. Энэхүү шалгуурыг биофизикийн менежментийн үйл явц хэрхэн яаж явагдав, эцэст нь ямар үр дүнд хүрэв гэдгийг үзүүлэхэд ашигладаг.

Мониторинг хийхдээ ашиглаж болох үзүүлэлтүүд тоймгүй олон байдаг, гэвч тэднийг сонгохдоо тухайн газрын онцлог, мөн нөхөн сэргээлтийн зорилт, зорилгод нийцсэн байх хэрэгтэй. Үзүүлэлт тус бүр нь чиглэл бүхий удирдамж, уул уурхайн салбарын тэргүүн туршлага, төслийн зөвшөөрөл авах шаардлагууд, экологийн онол зэрэг мэдээллийн ижил төстэй эх сурвалжаар батлагдсан байх ёстой. Ерөнхийдөө, сонгосон үзүүлэлтүүд нь ландшафтын тогтворжилт, ургамалжуулалтын бэхжилт, хөгжил, тогтвортой байдлыг бүр нарийн шүүлтүүрээр хянаж тогтоосон байвал сайн байдаг.

Нөхөн сэргээлтийн явцыг үнэлэх үзүүлэлтийг ашиглах гурван стратеги байдаг (SER 2004):

- *Шууд харьцуулалтын* жишиг буюу ижил төстэй талбайн тоо баримтаас шууд хэмжиж болно (тухайлбал, төрөл зүйл маш олон байх).
- *Ялгаатай талын дүн шинжилгээ* нь нөхөн сэргээлтийн зорилго, уурхайн хаалтын хэмжүүртэй төстэй гүйцэтгэлийн үзүүлэлтийн өгөгдлийг харьцуулах.
- *Траекторийн дүн шинжилгээ* нь экотогтолцооны бүтэц, үүргийн хандлагыг судалдаг бөгөөд энэ хандлага нь аажмаар нөхөн сэргээлтийн урьдчилан тооцоолсон үр дүн рүү чиглэдэг.

Ургамалжуулалтын бүтэц функц хоёр хөгжсөнөөр тухайн систем нь төлөвлөж байсан зорилгод (малын бэлчээр, эсвэл байгалийн шинж рүү дөхсөн, гибрид, шинэлэг эко тогтолцоо г.м.) хүрэх хүртэл сүүлийн хоёр стратегийг хамгийн өргөн хүрээнд хэрэглэдэг.

Нөхөн сэргээлтийн ихэнх төсөлд амжилтын шалгуурыг заавал шаарддаг. Тухайлбал амьд бус байгалийн хүчин зүйл болох ландшафтын тогтворжилт, экотогтолцооны функц, үйлчилгээг сэргээх буюу бий болгох гэсэн асуудлыг шийддэг байна.

- *abiotic буюу амьд бус үзүүлэлтүүд*: гадаргуу болон налуугийн тогтворжилт; инженерийн бүрхэгийн гүйцэтгэл (тухайлбал, эрдсийн хаягдал); нүдэнд харагдах самбар тэмдэг; нөхөн сэргээгдсэн газрын бохирдол (уурхайн хүчлийн хаягдал дамжуулах хоолой); хөрс болон ургамлын үндэс хүрэн хөрсний мөн чанар (тухайлбал, хими, үржил шим хөрсний органик нүүрстөрөгч); гидрологийн зүйл
- *biotic буюу амьд организмын үзүүлэлтүүд*: ургамлын аймгийн бүтэц (ургамлын бүрхүүл, мод, бут сөөг, тэдгээрийн нягтрал, өндрийн хэмжээ); ургамлын бүтэц (төрөл зүйлийн баялаг чанар, хогийн ургамал байгаа эсэх); хортон амьтан байгаа эсэх; сээр нуруугүй (жишээ нь шоргоолж) болон сээр нуруутай амьтны (жишээ нь газар усны амьтан, хэвлээр явагч, хөтөн амьтан, шувуу) дахин суурьшилт.

Хэрвээ abiotic болон ургамлын шалгууруудыг хангалттай гэж үзвэл амьтны аймаг тухай газарт шилжин нүүн ирж суурьшина гэж ойлгодог, гэвч ургамлын нөхөн сэргээлт байгаа гэдэг нь заавал амьтны нөхөн сэргээлт байна гэж ойлгож болохгүй (Cristescu et al. 2013) бөгөөд ийм нөхцөлд шууд мониторинг хийх шаардлага гарч болно.

Экотогтолцооны ашиг тусын хэмжээг тогтоохыг шаарддаг томоохон төслүүд экологийн үйл явцад мониторинг хийхдээ микоризагийн тархац, тэжээлийн мөчлөг (задрал, эрдэсжүүлэлт, хөрсөн дэх органик биетийн өөрчлөлтүүд), ургамал, амьтан хоорондын харилцан үйлчлэл, нөлөөлөл, сээр нуруугүй амьтны эргэн ирж нутагших зэрэг үзүүлэлтүүдийг ашиглах шаардлага зайлшгүй гарна. Экологийн үйл явцыг ойр ойрхон олон удаа хэмждэггүй учир нь ургамлын аймгийн төрөл зүйл, бүтэц маш олон байдаг төдийгүй гэмтсэн бол удаан хугацаанд хэвийн байдалд ордогтой холбоотой. Тэдгээрийг олон удаа хэмжиж үнэлэх шаардлага гардаг бөгөөд тэр хэмжээгээр төслийн үнэ өртөг, ашиглалтын цаг нэмэгддэг (Ruiz-Jaen & Aide 2005). Уурхайн хаалтын дараа тухай газрыг юунд ашиглах нь тодорхой болсон нөхцөлд, ялангуяа анхны унаган байгаль төрхөд дөхүүлж нөхөн сэргээлт хийсэн бол экологийн хэд хэдэн үйл явцыг хэмжих замаар урт удаан хугацаанд уг экотогтолцооны тогтворжилт, уян хатан байдал, практик үүргийг батлах шаардлагатай болно.

6.5 Тохируулан өөрчлөх менежмент ба чанарын хяналт

Тохируулан өөрчлөх менежмент гэдэг бол эрсдэлд тулгуурласан аргыг ашиглан тодорхой бус байдлыг зөөлрүүлэх зорилго бүхий шийдвэр гаргах давтагдах үйл явц мөн. Менежментийн арга хэрэгсэл, тухайлбал trigger action response plans (TARPs) нь хандлага хүсээгүй эрсдэл рүү хөтөлж байгааг урьдчилан анхааруулахад тусалдаг. TARP-ын тухай дэлгэрэнгүй тайлбарыг ESG3: *Mining Operations Plan* (MOP) *guidelines* (DTIRIS 2013)-ээс үзэж болно.

6.6 Мониторинг хийх аргачлал

Уурхайн талбайн байгаль орчны асуудал эрхэлсэн мэргэжилтэн, хамтран ажиллаж байгаа орлон гүйцэтгэгч нарт зориулсан мониторингийн маш олон аргачлал байдаг. Мониторинг хийж гүйцэтгэснээр нөхөн сэргээлтийн явцыг яаж тодорхойлох, тухайн талбайн онцлог байдалд тохирсон өртөг багатай ямар техник хэрэгсэл байгаа болон мониторинг хийх аргачлалд ямар дутагдал байгаа зэргийг мэргэжилтнүүд олж тогтоох ёстой. Тоон өгөгдөл дээр тулгуурласан баттай нотолгоогүйгээр зохицуулагчид уурхайн хаалт, ашиглалтын лицензийг хаах зөвшөөрөл өгөхгүй л болов уу.

Үр дүнг үнэлэх: мониторинг ба хяналт шалгалт тэргүүн туршлагын гарын авлагад (DIIS 2016с) мониторингийн аргачлалыг дэлгэрэнгүй авч үзжээ. Гэвч энд хийх нөхөн сэргээлтийн ажил өөрийн өвөрмөц онцлогтой учир мониторингийн зарим аргыг тусгайлан авч үзэн, практикт ашиглах нь чухал юм.

Ургамлын аймгийн олон төрөл, ургамлын бүрхүүл ба нягтрал, үет хөлтөн хорхой шавьжийг дэлхий дахинаа нөхөн сэргээлтийн төсөлд хамгийн түгээмэл судалдаг гэж нөхөн сэргээлтийн 68 төслийн судалгааны дүн (Ruiz-Jaen & Aide 2005) нотолж байна. Эдгээрийг судалж тоо баримт цуглуулахдаа гол төлөв тодорхой газар нутагт хөндлөн огтлол хийж, цэг тавьж төрөл зүйлийг тоолох, тэдний нягтралыг тодорхойлох, бүрхүүлийн талбайг тодруулах зэрэг дээжисийн шинэжилгээ хийх аргыг хэрэглэдэг байна.

Уул уурхайн салбарт экотогтолцооны үр өгөөж (тогтворжилт, нэвчилт, тэжээлийн мөчлөг)-ийг хэмжих, өнгөн хөрсний онцлогт шуурхай үнэлгээ хийх замаар траекторийн дүн шинжилгээг хийхэд *Landscape function analysis (LFA)* хэмээх аргыг өргөн хэрэглэж иржээ (Tongway et al. 2003; Tongway & Hindley 2004). LFA болон төрөл зүйл, бүтэц дээр үндэслэсэн үзүүлэлтийг хэмжих хялбар арга хоёр нь илүү давуутайн талаарх шинжлэх ухааны маргаан өнөө хүртэл маргаантай асуудал байсаар байна (WA EPA 2006; Erskine et al. 2013). Хэдий ийм маргаан байвч, талбайн үр өгөөжтэй ашиглалт ба нөхөн сэргээлтийн зорилт, зорилго хоёрыг abiotic болон biotic хүчин зүйлс дээр тулгуурлан холбож асуудалд хандахгүй бол гарах үр дүн эргэлзээтэй байж болзошгүй.

6.6.1 Алсын тандалт

Уурхайн нөхөн сэргээлтийн ажлыг үнэлэхэд алсаас тандах аргыг хэрэглэх явдал улам бүр нэмэгдэж байна. Урьд өмнө ийм аргаар авсан зүрийн нягтрал хангалтгүй, үнэ өртөг нь хэт өндөр байсан учир нөхөн сэргээлтийн ажлын явцыг алсаас тандалж нарийн хянах боломжгүй байжээ. Агаараас тандалт хийх техникийн өндөр өгөгдөл бүхий дүрс боловсруулах програм хангамж улам бүр олон төрлийн болж байна, хэрэглээ нь улам бүр өсөн нэмэгдэж байна. Энэ талаар олон тэргүүн туршлага, жишээг дараагийн дэд хэсэгт авч үзсэн болно.

5-р кейс судалгаа: Весфармерс Күрра нүүрсний уурхайн нөхөн сэргээлтийн мониторингийн хөтөлбөр

Төв Квинслэндийн Боуэн Бэсин- сав газарт байдаг Весфармерс Күррах нүүрсний уурхай 2012 онд анх хэрэгжүүлж эхэлсэн нөхөн сэргээлтийн мониторингийн идэвхтэй хөтөлбөр өнөөг хүртэл үргэлжилж байна. Энэ хөтөлбөрийн гол зорилго нь нөхөн сэргээгдсэн талбайн нөхцөл байдлыг олон жил дараалан судалж нарийн мэдээлэл олж авч, улмаар уурхайн ашиглалтын лицензийг эргүүлж өгөх үндэслэлийг боловсруулахад чиглэгдэж байна.

1980 оны сүүлээс эхлэн Күррах уурхай хавсарга судалгааны аргаар нутгийн уугуул мод, бут сөөгийн төрлийг уурхайн хаягдал, (уурхайд малтаж гарсан хаягдалд янз бүрийн гүнд) шинээр хуулж овоолсон өнгөн хөрс, том ширхэгтэй нүүрсний хаягдал, алагласан өнгөн хөрсний хуулга зэрэг янз бүрийн хүнд нөхцөлтэй орчинд тарьж нарийн судалгаа явуулсаар иржээ. Сүүлийн үед явуулсан судалгааны дүнгээс харвал өнгөн хөрсийг гэмтээлгүй хуулах технологи мод, бут сөөгний ургалтыг сайжруулж, *Cenchrus ciliaris* төрлийн өвсний нөлөөг багасгаснаар уугуул төрлийн ургамал ургах таатай нөхцөл бүрдүүлдэг юм байна (Mulligan & Bell 1991; Orr & Bell 1990).

Ер нь Күррад хэрэгжүүлж байсан мониторингийн хөтөлбөрийн хүрээнд газар дээрх тандалтыг 8м x 50м (400м²)-ийн хэмжээний хөндлөн огтлолт нөхөн сэргээлтийн талбайнаас дээжис авч судалдаг байжээ. Ийм түүвэрлэлтийн аргаар дээжис авч судлах нь тухайн газрын бүхий л нутаг дэвсгэрийн ургамалын төрлийг хамарч чаддаг гэж үздэг. Харин 2012 оноос хойш уг хөтөлбөр нисгэгчгүй агаарын хөлгийг (UAV) ашиглаж агаараас том хэмжээний, өндөрт нягтралтай зураг ашиглаж байна.

Мөн агаараас авсан өндөр нягтралтай, чанартай дүрс зургийн ачаар уурхайн хаалтын үед ашигладаг мэдээлэл, жишээлбэл, элэгдэл эрчимтэй явагдаж байгаа газар, талбайн налуун тогтворжилт, навчис ургамлын бүрхүүл, ургаж буй мод, бут сөөгний нягтралтай холбоотой мэдээлэл цуглуулах боломжтой болжээ. Агаараас авсан UAV зургийн ачаар талбайн сэдэвчилсэн газрын зураглал хийхээс гадна *leucaena* (*Leucaena leucoccephala*) төрлийн хогийн ургамлын их өргөн нутагт тархсаныг харуулсан. Энэ аргаар цаг улиран явагдаж байгаа өөрчлөлтийг тогтоохоос гадна талбайн хэмжээнд хаана элэгдэл явагдаж, ямар төрлийн хогийн ургамал хаана их хэмжээгээр ургаж байгааг тогтооход нэн чухал ажээ. Тиймээс ийм үргэлжлүүлэн хийж байгаа мониторинг нь хууль тогтоогчид, уурхайн оролцогч талуудад нөхөн сэргээлтийн үр дүн, цаашид уурхайг хаахад хэмжих баттай шалгуур үзүүлэлтэд итгэх итгэлийг улам бүр бэхжүүлж байна.

Нисгэгчгүй агаарын хөлгөөр үнэлгээ хийх

UAV технологи нь авсаархан, хэрэглэхэд амар гэдэг нь цаг хугацаа, орон зайнаас үл хамааран объектын зургийг маш нарийн 10 см-ээс доош нягтралтайгаар авч чадна гэсэн үг юм. UAV технологи Күррахт жил бүр дараах мэдээлэл, зураг авахын тулд ашиглагддаг байна. Үүнд:

- Өргөм уудам талбайн эзэлхүүнтэй маш өндөр нягтралтай (8–10 см) зураг авах
- Элэгдэлтэй талбай байгаа эсэх, түүний дотор хөрсний алдагдал/суултын хэмжээг тооцсон өгөгдөл
- Устгах гэж байгаа *leucaena* төрлийн хогийн ургамлын өгөгдөл
- 4 сувгийн *ортофото* (улаан, ногоон, хөх, бүсийн хэт яагаан туяа)
- Мод, бут сөөгний бүрхүүлийн эзлэх хувь, цулгай газар, өвсний бүрхүүл, мөн элэгдэл ид явагдаж байгаа газрыг харуулсан сэдэвчилсэн газрын зураг
- Нөхөн сэргээгдэх газрын налуу, налууны градусыг харуулсан дижитал загварууд

Талбайг хатгаж үнэлгээ хийх уламжлалт арга

Күррахт одоо ч хөндлөн огтлолцлын шинэчилсэн аргыг урьд өмнө хийсэн мониторинг үргэлжлүүлэх болон алсын тандалтаар авсан зургийг уншиж тайлбарлахын тулд ашигласаар байна.

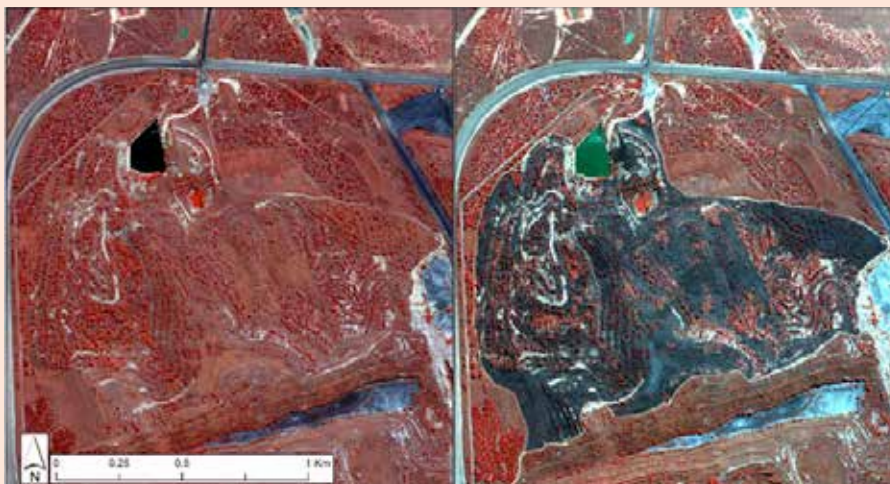
Шинэ талбай бүрт налуун дагуу болон 50 м x 8 м (400 м²) өнгөн хөрсний дагуу босоо гурван огтолцлыг ирээдүйд хийх үнэлгээнд ашиглахаар байнгын байдалтай хийнэ. Хэмжилт хийхдээ дараах зүйлийг багтаана. Үүнд:

- Модлог төрлийн мод болон бут сөөгний төрлийн тоо, өндөр
- 50 м x 8 м талбайд ямар төрлийн ургамал ургаж байгаа
- Товойж ургасан ургамлын бүрхүүл
- Дөрвөлжин талбайд байгаа төрөл зүйл
- Шинжилгээнд оруулах өнгөн болон хаягдал хөрсний дээжис авч ЕС, pH болон тэжээлийн бичил элементэд шинжилгээ хийх

Өмнө хийж байсан болон одоо хийж байгаа мониторингийн тоо баримт талбайд ажиллаж байгаа хүмүүст үнэтэй мэдээлэл болохоос гадна нөхөн сэргээлтийн үйл явцыг сайжруулах зөвлөмжийн талаар үнэ цэнэтэй мэдээлэл өгдөг. Күррахт UAV аргаар авсан дүрс зурагт итгэл нэмэгдэхийн хэрээр мониторингийн шинэ загвар руу шилжиж байгаа нь газрын судалгааны хэмжээг багасгаж болзошгүй. Гэхдээ нөхөн сэргээлтийн талаар болон экологийн траекторыг нарийн ойлгох шинжлэх ухааны аргыг үргэлжлүүлэн хэрэглэсээр байна.

Гал түймрийн судалгаа

Күррахийн уурхай өөрийн хэрэгжүүлж буй нөхөн сэргээлтийн уян хатан байдлыг судалж байна. Судалгааны энэ төслийн зорилго нь buffel (ерхөг) төрлийн ургамлын гал түймэрт тэсвэртэй байдлыг судлахад оршино. 2015 оны 5 дугаар сард 21 жилийн өмнө нөхөн сэргээлт хийсэн 100 га газрыг хяналтан дор шатаасан. Квинслэндийн Их сургуулийн харьяа Уурхайн талбайн нөхөн сэргээлтийн төвийн эрдэмтэд алсын тандалтын аргыг газрын үнэлгээтэй хослууж шинэ экотогтолцоонд гал түймрийн шинж тэмдэг, гал түймрийн дараах нөхөн сэргээлтийн байдлыг судалж байна. Энэ төсөл гал түймэр бусад тэнцвэр алдагдуулагчийн хор уршиг уурхайн удирдлага, талбайн шинэ түрээслэгчдэд цаашид ямар хүндрэл бэрхшээл учруулж болзошгүйг судлах зорилготой.

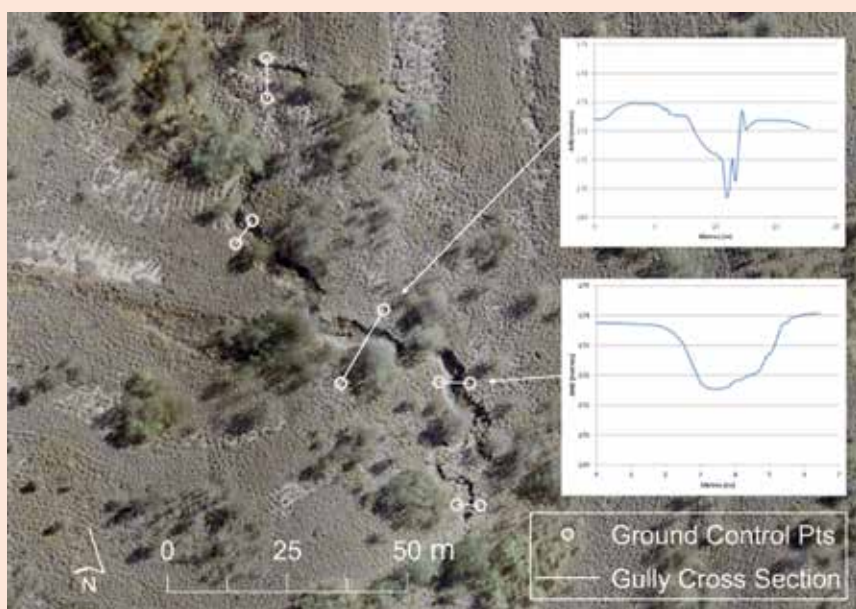


Шаталтаас өмнө (зүүн тал) болон шаталтын дараах (баруун) туршилтын түймрийн World View-3 multispectral хиймэл дагуулын авсан зураг. Хэт яагаан туяа нь эрүүл ургамлыг тод улаан өнгөөр харуулж байна.

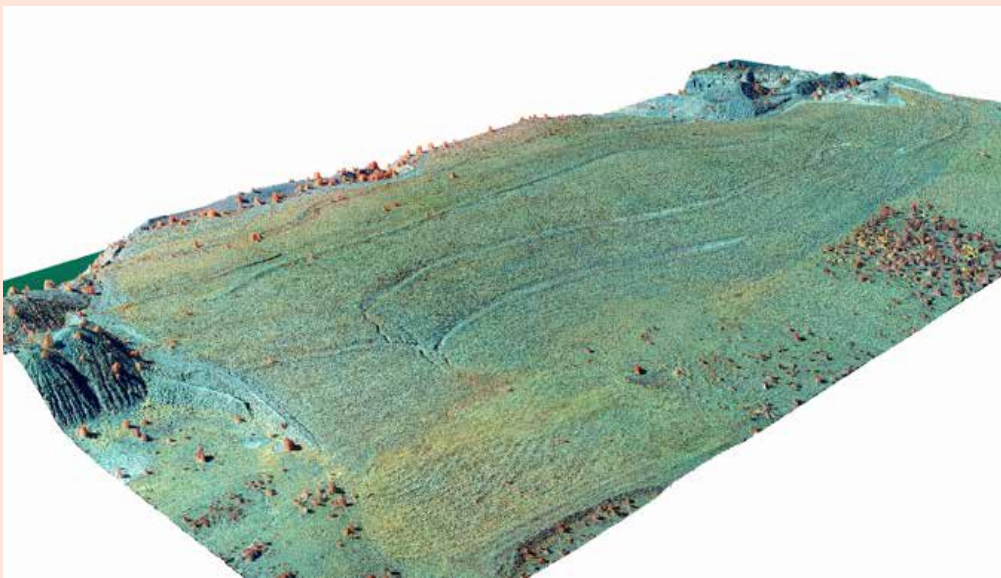


Buffel (ерхөг) төрлийн ургамал давамгайлсан шинэ экологтолцоонд тавьсан зохицуулсан гал түймэр, 2015 оны 5 дугаар сар. Нөхөн сэргээлтийн үр дүнг түрээсийн газрын лицензийг буцаахаас өмнө заавал турших шаардлагатай.

Зургийг Филл МэкКенна



10 см-ийн UAV orthomosaic зураг алсын тандалтын аргаар илрүүлсэн идэвхтэй илэгдэл бүхий суваг харагдаж байгаа нь. Үүнийг одоо UAV orthophoto mosaics, 3D point clouds програм болон газрын огтлолцлын аргаар хяналтанд байлгаж, хэтийн өөрчлөлтийг судалж байна. Баруун талд байгаа график сувгийн идэвхтэй огтлолцлыг харуулж байна. Энэ графикийг дижитал загварын хэмжислэлийн сувгийн дагуух 5 байрлалд хийжээ.



UAV аргаар энэ зураг дээр ургасан мод, элэгдсэн суваг, бусад газар зүйн байдлыг харуулж байна.

Агаараас зураг авах

Ихэнх ил уурхай ямар нэг төрлийн алсын тандалт, тухайлбал, агаараас зураг авах арга (~50 см пиксел нягтралтай)-ыг тогтмол хэрэглэж байна. Энэ аргаар маш сонирхолтой бөгөөд баялаг мэдээлэлтэй бүтээгдэхүүн, тухайлбал дижитал модель, сэдэвчилсэн газрын зургийг бүтээж байна. Жишээлбэл, мод өвс ургамалгүй хуурай газарт байгааг изо-кластерийг GIS програм хангамжаар дүн шинжилгээ хийсэн.

Хиймэл дагуул

2009 онд хөөргөсөн WorldView-2 болон 2015 онд хөөргөсөн Worldview-3 (WV3) хиймэл дагуулын нягтрал өндөртэй тоо баримтыг олж болно. Worldview-3 нь 8 олон спектрал сувагтай (~1.2 m pixel), panchromatic зурагтай (~0.31 м) ба богино долгионы хэт яагаан туяа зурагтай (нягтрал 3.7 м)в

Ийм шинэ өгөгдлийн ачаар мониторингийн шинэ аргыг боловсуурлж байна, тухайлбал Шинэ Өмнөд Уэлсийн Улан нүүрсний уурхайн ургамлын эрүүл байдлын зураглалыг *Normalised Difference Vegetation Index (NDVI)*-ийг үзүүлэлт хэмжүүр болгон (Raval et al. 2013) ашиглах замаар тодорхой цаг хугацааны дараа ургамлын бүтэц, эрүүл байдалд үл мэдэгдэм өөрчлөлтийг тодорхойлохоор ашиглаж байна.

Өөр жишээ. SPOT хиймэл дагуулаас авсан зургийг Хойт Квинслэндийн хаагдсан Кидстон алтны уурхайн талбайн ургамлын бүрхүүлийн хувь хэмжээнд ямар өөрчлөлт орсныг тогтооход ашиглажээ (Bao et al. 2012). Судалгаанд NDVI (*normalized difference vegetation index*) болон хөрсөн дэх ургамлын индексийг хэрэглэж, улирлын нөлөөлөл, тухайлбал хур бороо, мөн ургамлын байдлын хэв маягыг үнэлэхэд ашиглаж байна.

Агаар болон газрын лазер скан (LiDAR)

LiDAR аргыг гол төлөв уул уурхайн инженерийн болон хайгуулд ашиглаж *3D point cloud* –ийг бий болгодог. Агаарын *LiDAR* арга нь ургамлын болон газрын гадаргын хэд хэдэн цэгээс өгөгдөл цуглуулдагаараа давуу талтай юм. Газрын *LiDAR* арга буюу газрын лазер сканын тусламжар ландшафт болон ургамлын бүрхүүл (тухайлбал ургамлын өндөр, бүрхүүл, биомасс)-ийн бүтцийн онцлогийг чанартай, маш нарийн (<10 мм-ийн нарийвчлалтай) гаргаж чаддаг.

Маш их ирээдүйтэй *LiDAR* технологийн хүчин чадлыг нөхөн сэргээлтийг хэмжих, мониторинг хийхэд бүрэн дүүрэн ашиглаж хараахан чадахгүй байна. Pratt & Mangan (2013) хоёр газрын *LiDAR* аргыг нөхөн сэргээлт болон уурхайн хаалтыг төлөвлөх, хяналт тавьсан сүүлийн үеийн зарим жишээг судалжээ.

Хүнгүй агаарын хөлгүүд

UAV аргын өргөжин тэлж байгаа хэрэглээ уул уурхайн салбарт ургамлын мониторинг хийх олон шинэ арга боломжийг бий болгож байна. Үүнд нөхөн сэргээлт хийж буй нийт талбайд уламжлалт аргаар хийсэн үнэлгээг нөхөх загварыг ашиглаж байна. Энэ загвараар статистикийн таамаглал дээр түшиглэх эсвэл хээр талбайд илүү цаг зарцуулалгүй цэгт хэмжээнээс олон өнцгийн зүсэлттэй масштабын шугам хүртэлх өгөгдлийг баримжаалах боломжтой болгодог юм.

GPS автомат удирдлагатай UAV аргаар нөхөн сэргээгдсэн нутаг дэвсгэрийн маш өндөр нягтралтай зураг (~5–10 см-ийн пикселтэй) авч болдог. Талбайн мониторингийн аргатай энэхүү технологийг хамт ашигласнаар зурган дээр тодорхой харагдаж буй талбайн тэмдэглээс болон талбайн хэмжилт хоёрын хооронд шууд холбоотой болохыг тогтоосноор олон өнцгийн зүсэлттэй масштабын шугамын нөхцөл байдал, биологийн төрөл зүйлд үнэлгээ хийх ажилтнуудын чадавхыг нэмэгдүүлдэг.

6.6.2 Амьтны ертөнцийн мониторинг

Сээр нуруугүй, нуруутай амьтны төрөл аль аль нь уулын ажил дууссаны дараах идэвхтэй экологтолцоог бий болгоход чухал үүрэг гүйцэтгэдэг хэдий ч ургамлын мониторингтой харьцуулбал янз бүрийн амьтны бүлгийн мониторинг хийх нь тийм ч түгээмэл практик биш байсаар байна. Үүний нэг учир шалтгаан гэвэл ургамлын аймаг үүсч бий болсны дараа ан амьтад тэрхүү сэргээгдсэн нутагт өөрсдөө аяндаа эргэж ирнэ гэсэн буруу ойлголттой холбоотой (Cristescu et al. 2013; Thompson & Thompson 2004). Энэ үзэгдлийг 'ургамлын аймаг амьтны аймагтай тэнцэнэ хэмээх парадигм' гэж нэрлэдэг. Өөрөөр хэлбэл, ургамлын аймгийг сэргээх нь амьтны аймгийг сэргээж байгаатай тэнцүү гэдгийг нотолсон бага зэргийн эмпирик нотолгоо байдаг (Cristescu et al. 2012).

Харин дээрх асуудлыг шийдвэрлэх нэг чухал алхам бол нөхөн сэргээгдсэн газрыг ан амьтанд "ээлтэй" болгох явдал мөн, үүнд шинэ өнгөн хөрс ашиглаж ургамлын бүтэц бүрэлдэхүүнийг сайжруулах, золбин араатан амьтныг устгах, гуалин мод, шувууны модон үүрийг нэмж байршуулах зэрэг ажлыг нэрлэж болно. Далд уурхайн хувьд сарьсан багваахайд ээлтэй сараалжин хаалга хийснээр далд уурхай дотор хүн биш сарьсан багваахайг чөлөөтэй орж гарах боломжтой болгох жишээтэй.

Амьтны ертөнцийн мониторинг болон шинээр үүсч бий болж байгаа рга техникийн асуудлыг *Биологийн төрөл зүйлийн менежмент* (DIIS 2016d) and *Үр дүнг үнэлэх: мониторинг ба хяналт шалгалт* (DIIS 2015c) гэсэн тэргүүн туршлагын гарын авлагуудад дэлгэрэнгүй авч үзжээ.

Кейс судалгаа 6: Агуйн сарьсан багваахай ба уурхай

Австралид ашиглахгүй байгаа агуй, уурхайд 34 төрлийн сарьсан багваахай байдгаас 20 нь муж болон улсын хэмжээнд нэн ховордсон буюу устаж үгүй болох аюултай гэсэн ангилалд байгаа ажээ. Тийм учраас, үйл ажиллагаа нь хаагдсан далд уурхайг сарьсан багваахайг нөхөн үржих хиймэл орчин болгон өөрчилбөл нөхөн сэргээлтийн нэг чухал үр дүн нь энэ болох нь гарцаагүй. Ийм аргыг амжилттай хэрэглэсэн туршлага Австрали болон хилийн чанадад цөөнгүй бий. Сарьсан багваахай амьдарч болох уурхай дор дурдсан онцлог шинжтэй байна. Үүнд:

- Хортой хаягдал, хорт хийгүй байна
- Хатуу, хөдөлгөөнгүй чулуулаг байна (орох хаалгыг цементэн болон төмрөөр хийсэн усан хоолойгоор бэхлэлт хийж болно, үүнийг шаардлагатай бол хаалганы бэхэлгээ болгож болно).
- Таазыг чулуу эсвэл өнгөлөөгүй модоор хийж болно. Эдгээр нь том нүхтэй байвал сарьсан багваахайд үржих боломжтой болгодог.
- Харин хажуугийн хана нь харьцангуй тэгш гөлгөр байвал хулгана, могой тааз руу мөлхөж гарч чадахгүй.
- Хана таазны гадаргуу нь тоос шороогүй байх.
- Таазанд мөн орох хаалгын орчмын доод хэсэгт хөндий нүх хийвэл агуй доторх агаарын температурыг зохицуулахад чухал нөлөө үзүүлдэг ба энэ нь сарьсан багваахайд нэн ээлтэй амьдрах орчинг бий болгож өгдөг юм.
- Агуй доторхи агаарын температур болон чийгшил нь агуйн гаднах нөхөцөлтэй харьцуулбал илүү тогтвортой байх шаардлагатай. Энэ нь сарьсан багваахайд нэн ялангуяа үржих болон өвлийн улиралд энергиэ хэмнэхэд тус болдог байна.
- Сарьсан багваахайн үүр нь тас харанхуй байх ёстой, тиймээс үүрийн хэмжээ нь том төдийгүй гэрэл гэгээ орохгүй байдлаар хийсэн байх хэрэгтэй.
- Агуй дотор агааржуулалт нь сайн байх хэрэгтэй, хэрэв агааржуулалтын систем нь буруу хийгдсэн байвал агуй доторх температур, агаарын даралтын хэмжээ өөр өөр байж уурхай маань чөлөөтэй “амьсгалж” чадахгүйд хүрнэ.

Үйл ажиллагаа нь зогсож хаасан уурхайг сарьсан багваахайн үүр болгон засахад хүний аюулгүй байдлыг анхаарах зайлшгүй шаардлагатай. Хэрвээ ийм уурхай нь хүний хөлөөс хол, хүн бараг очдоггүй бол орох хаалгыг битүүлэхгүй байх нь нэн чухал. Харин орох хаалганы оронд тойруулаад торон хашаа татах эсвэл “сарьсан багваахайн” үүд хаалга буюу төмрөн сараалжийг орох хаалганд хийнэ. Тийм учраас сарьсан багваахай болон уурхайн хаалтын мэргэжилтнүүдийн зөвлөмжийг сонсох нь чухал, учир нь төрөл зүйлээс хамаарч шаардлага нь ч хүртэл харилцан адилгүй байна.

Сарьсан багваахайн ийм хиймэл орогнох байрыг барьсны дараа тэнд сарьсан багваахай үүрэлж байгааг хянах зорилгоор мониторинг хийх шаардлагатай. Сүүлийн үед явуулсан олон судалгаагаар “мөрөөдлийн үр дүн” буюу ан амьтанд ээлтэй орчин бий болгосноор ан амьтан өөрсдөө ирж нутагшина гэсэн таамгыг баталгаагүй болохыг нотолж байгаа хэдий ч нөхөн сэргээлтийн явцад иймэрхүү аргыг өргөн хэрэглэсээр байна.

Орох хаалга хийсэн тохиодолд мониторинг хийх нь маш чухал, учир нь хаалтай нөхцөлд сарьсан багваахайн далавчны бүтэц, нисэх чадвар нь харилцан адилгүй өөр өөр байдаг учир хаалганд байгаа нүхээр орж гарахад түвэгтэй байдаг. Тиймээс мониторингийн өөр өөр арга хэрэглэдэг, жишээлбэл хэт ягаан туяат камер, үүд хаалгаар орж гарч байгаа тоог хянах төхөөрөмж, дуу хураагуур гэх мэт.



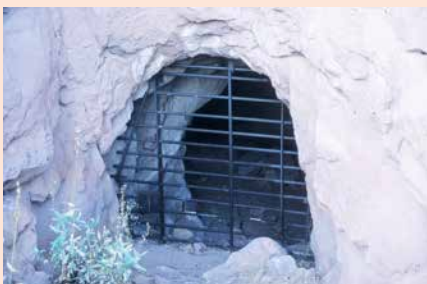
Сарьсан багваахай үүрээ жигд бус гадаргуутай орчинд байх дуртай (чулуу мод)

Зургийг: Е. Виллиамс



Зүүн Өмнөд Квинслэндэд байдаг Мунтана туннел, түүний доод хэсгийг хүн оруулахгүйн тулд хашаажуулсан байна.

Зургийг: Е. Виллиамс



АНУ-д сарьсан багваахайн орох хаалга.

Зургийг: Б. Томсон

6.7 Тайлагнах

Зохицуулагчид болон холбогдох бусад албан хүмүүст мониторингийн үр дүнгийн тайланг жилд нэг удаа тогтмол тавих нь уурхайн ашиглалтын зөвшөөрлийн дагуу заавал мөрдвөл зохих шаардлага байж болох юм.

Зохицуулагчид, уурхайн компани, мөн зарим тохиодолд хөндлөнгийн талуудын оролцоотойгоор ийм тайланг хэнд өгөх, яаж тайлбарлах дүрэм журам дээр тогтдог. Тиймээс холбогдох талтай харилцан уулзаж тохирох замаар мониторингийн тайланг тавих дүрэм журмыг боловсруулдаг.

Нөхөн сэргээлтийн ажлын явцын тухай тайланг уурхай үйл ажиллагаа явуулж байгаа бүхий л үе шатанд уурхайн хаалт хүртэл хийх ажлын нэг нь мөн. Тайланг тогтмол тавих нь бүх талд хийж байгаа ажлын үр дүнд итгэх итгэлийг бэхжүүлдэг. Түүнээс гадна ийнхүү тайлагнах явцад дутуу дулимаг мэдээллийг нөхөх, алдааг засч залруулах боломжтой байдаг тул хаалтын үеийн шаардлага шалгуурыг амархан даван туулах боломжтой болдог.

6.8 Судалгаа шинжилгээ болон нөхөн сэргээлтийн туршилт

Нөхөн сэргээлт болон сэргээн босголтын шинжлэх ухаан нь эхлээд удаагүй. Баруун Австрали болон Хойд Нутгийн хөнгөн цагааны хүдрийн уурхайг эс тооцвол 20 жил, түүнээс ч өмнө хийсэн экологийн судалгаа болон нөхөн сэргээлтийн талбайн менежментийн үр дүнгийн тайлан бараг байдаггүй (Doley & Audet 2013) байна.

Нөхөн сэргээлтийн тэргүүн туршлагыг баяжуулах зорилгоор их дээд сурууль, эрдэм шинжилгээний байгууллагууд, нөхөн сэргээлтийн мэргэжилтнүүдийг энэ салбарын судалгаа шинжилгээг үргэлжлүүлэн хийхэд нь уул уурхайн салбар, төр засаг цаашид ч дэмжиж ажиллах нь чухал.

ЛАВЛАХ МАТЕРИАЛ

ANZMEC–MCA (Australian and New Zealand Minerals and Energy Council and the Minerals Council of Australia) (2000). *Strategic framework for mine closure*, ANZMEC and MCA, <http://www.sernageomin.cl/pdf/mineria/cierrefaena/DocumentosRelacionados/Strategic-Framework-Mine-Closure.pdf>.

ARPANSA (Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency) (2005). *Code of practice and safety guide for radiation protection and radioactive waste management in mining and mineral processing*, Radiation Protection Series, no. 9, August 2005, ARPANSA, <http://www.arpansa.gov.au/Publications/Codes/rps9.cfm>.

Audet, P, Arnold, S, Lechner, AM, Baumgartl, T (2013). 'Site-specific climate analysis elucidates revegetation challenges for post-mining landscapes in eastern Australia', *Biogeosciences*, 10(10):6545–6557.

Bao, N, Lechner, A, Fletcher, A, Erskine, P, Mulligan, D, Bai, Z (2012). 'SPOTting long-term changes in vegetation over short-term variability', *International Journal of Mining, Reclamation and Environment*, 28(1):2–24.

Barker, P (2001). *A technical manual for vegetation monitoring, resource management and conservation*, Department of Primary Industries, Water and Environment, Hobart, http://live.greeningaustralia.org.au/nativevegetation/pages/pdf/Authors%20D/12a_DPIWE_Barker.pdf.

Bell, LC (1996). 'Rehabilitation of disturbed land', in DR Mulligan (ed.), *Environmental management in the Australian minerals and energy industries: principles and practices* (227–264), UNSW Press, Sydney.

Cristescu, RH, Frère, C, Banks, PB (2012). 'A review of fauna in mine rehabilitation in Australia: current state and future directions', *Biological Conservation*, 149(1):60–72.

Cristescu, RH, Rhodes, J, Frère, C, Banks, PB (2013). 'Is restoring flora the same as restoring fauna? Lessons learned from koalas and mining rehabilitation', *Journal of Applied Ecology*, 50(2):423–431.

De Grijter, JJ (2002). 'Sampling', in JH Dane and GC Topp (eds), *Methods of soil analysis*, Part 4: Physical methods (45–80), Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin.

DECCW (NSW Department of Environment, Climate Change and Water) (2009). *Protocols for soil condition and land capability monitoring*, DECCW, Sydney South.

DEHP (Queensland Department of Environment and Heritage Protection) (2014). *Rehabilitation requirements for mining resource activities (EM1122)*, DEHP, Brisbane.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016a). *Preventing acid and metalliferous drainage*, DIIS, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016b). *Mine closure*, DIIS, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016c). *Evaluating performance: monitoring and auditing*, DIIS, Canberra.

DIIS (Department of Industry, Innovation and Science) (2016d). *Biodiversity management*, DIIS, Canberra.

DLWC (NSW Department of Land and Water Conservation) (2000). *Soil and landscape issues in environmental impact assessment*, technical report no. 34, 2nd edition, Natural Resource Information Systems Branch, DLWC, Sydney.

Doley, D, Audet, P (2013). 'Adopting novel ecosystems as suitable rehabilitation alternatives for former mine sites', *Ecological Processes*, 2(22).

Doley, D, Audet, P (2014). 'Changing restoration priorities in the 21st century—opportunities for novel ecosystem design in mine closure', *Life-of-Mine 2014*, Brisbane, Australia, Australasian Institute of Mining and Metallurgy.

Doley, D, Audet, P (2016). 'What part of mining are ecosystems? Defining success for the "restoration" of highly disturbed landscapes', in Squires VR (ed.), *Ecological restoration: global challenges, social aspects and environmental benefits* (Chapter 4), Nova Science Publishers, New York, ISBN: 978-1-63484-611-0.

Doley, D, Audet, P, Mulligan, DR (2012). 'Examining the Australian context for post-mined land rehabilitation: reconciling a paradigm for the development of natural and novel ecosystems among post-disturbance landscapes', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 163:85–93.

Dollhopf, DJ (2000). 'Sampling strategies for drastically disturbed lands', in RI Barnhisel, RG Darmody, WL Daniels (eds), *Reclamation of drastically disturbed lands* (21–40), American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin.

DTIRIS (NSW Department of Trade and Investment, Regional Infrastructure and Services) (2013). *ESG3: Mining Operations Plan (MOP) guidelines*, DTIRIS, Maitland NSW.

Elliott, P, Gardner, J, Allen, D, Butcher, G (1996). 'Completion criteria for Alcoa of Australia Limited's bauxite mine rehabilitation', *Proceedings of 3rd international and 21st annual Minerals Council of Australia Environmental Workshop*, MCA, Canberra.

Erskine, P, Fletcher, A, Seaborn, B (2013). 'Opportunities and constraints of functional assessment of mined land rehabilitation', in M Tibbett, A Fourie, C Digby (eds), *Mine closure 2013*, Perth, Australian Centre for Geomechanics.

Eyre, TJ, Kelly, AL, Neldner, VJ, Wilson, BA, Ferguson, DJ, Laidlaw, MJ, Franks, AJ (2011). *BioCondition: a condition assessment framework for terrestrial biodiversity in Queensland—assessment manual*, version 2.1, Biodiversity and Ecosystem Sciences, Department of Environment and Resource Management, Brisbane.

Flanagan, DC, Livingston, SJ (1995). 'Water Erosion Prediction Project (WEPP) Version 95.7: user summary', in Flanagan, Livingston (eds), *WEPP user summary*, NSERL report no. 11.

Fletcher, A, Erskine, P (2013). 'Rehabilitation closure criteria assessment using high resolution photogrammetrically derived surface models', in G Grenzdörffer, R Bill (eds), *UAV-g2013*, Rostock, Germany, International Society for Photogrammetry and Remote Sensing.

Floradata (2001). *A guide to collection, storage and propagation of Australian native plant seed*, ISBN 0957796617, <http://www.acmer.com.au/publications/floradata.htm>.

Grant, CD (2006). 'State-and-transition successional model for bauxite mining rehabilitation in the jarrah forest of Western Australia', *Restoration Ecology*, 14(1):28–37.

Grant, C (2007). 'Developing Completion Criteria for Alcoa's bauxite mine rehabilitation in Western Australia: an iterative process', in A Fourie, M Tibbett, J Wiertz (eds), *Mine closure 2007* (155–166), proceedings of the 2nd International Seminar on Mine Closure, October, Chile, Australian Centre for Geomechanics, Perth.

- Grant, CD, Koch, JM (2006). 'Ecological aspects of soil seed-banks in relation to bauxite mining. II. Twelve year old rehabilitation mines', *Australian Journal of Ecology*, 22(2):177–184.
- Grant, C, Koch, J (2007). 'Decommissioning Western Australia's first bauxite mine: co-evolving vegetation restoration techniques and targets', *Ecological Management and Restoration*, 8:92–105.
- Grant, CD, Norman, MA, Smith, MA (2007). 'Fire and silvicultural management of restored bauxite mines in Western Australia', *Restoration Ecology*, 15:S127-S136.
- Green, RG (1979). *Sampling design and statistical methods for environmental biologists*, John Wiley & Sons, New York.
- Hancock, G, Evans, KG, Willgoose, GR, Moliere, D, Saynor, M, Loch, RJ (2000). 'Long-term erosion simulation on an abandoned mine site using the SIBERIA landscape evolution model', *Australian Journal of Soil Research* 38:249–264.
- Hancock, GR, Loch, RJ, Willgoose, GR (2003). 'The design of post-mining landscapes using geomorphic principles', *Earth Surface Processes and Landforms*, 28:1097–1110.
- Howard, EH, Shemeld, J, Loch, RJ (2010). 'Ramelius Resources' Wattle Dam Project: achieving bond reduction through leading practice', *Proceedings Goldfields Environmental Management Workshop 2010*, Kalgoorlie–Boulder.
- Howard, EJ, Loch, RJ, Vacher, CA (2011). 'Evolution of landform design concepts', *Trans. Inst. Mining and Metallurgy*, 120:112–117.
- Howard, EJ, Lowe, SM (2014). 'Innovative rehabilitation of marine dredge spoil', in AB Fourie, M Tibbett (eds), *Mine closure 2014*, Australian Centre for Geomechanics, Perth.
- Howard, EJ, Roddy, BP (2012a). 'Evaluation of the water erosion prediction project (WEPP) model: validation data from sites in Western Australia', in AB Fourie and M Tibbett (eds), *Mine closure 2012*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, ISBN 978-0-9870937-0-7.
- Howard, EJ, Roddy, BP (2012b). 'Importance of surface water flow concentration and its impact on erosion potential of constructed mine landforms', *Proceedings Goldfields Environmental Management Workshop 2012*, Kalgoorlie–Boulder.
- ICMM (International Council on Mining and Metals) (2006a). *Community development toolkit*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/document/4080>.
- ICMM (International Council on Mining and Metals) (2006b). *Good practice guidance for mining and biodiversity*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/page/1182/good-practice-guidance-for-mining-andbiodiversity>.
- ICMM (International Council on Mining and Metals) (2008). *Planning for integrated mine closure: toolkit*, ICMM, London, <http://www.icmm.com/page/9568/planning-for-integrated-mine-closure-toolkit>.
- Isbell, R, (2002). *The Australian Soil Classification*, revised edition, CSIRO Publishing, Melbourne.
- Jackson, ST, Hobbs, RJ (2009). 'Ecological restoration in the light of ecological history', *Science*, 325(5940):567–569.
- Jarvie-Eggart, ME (2015). *Responsible mining: case studies in managing social and environmental risks in the developed world*, Society for Mining, Metallurgy & Exploration, Englewood, Colorado.

Jennings, B, Barrett-Lennard, EG, Hillman, BJ, Emrose, M (1993). *Mine waste management in arid areas*, report no. 110, Minerals and Energy Research Institute of Western Australia.

Keipert, NL (2005). 'Effect of different stockpiling procedures in open cut coal mine rehabilitation in the Hunter Valley, NSW, Australia', PhD thesis, University of New England.

Koch, JM (2015). 'Mining and ecological restoration in the jarrah forest of Western Australia', in M Tibbett (ed.), *Mining in ecologically sensitive landscapes*, CSIRO.

Koch, JM, Hobbs, RJ (2007). 'Synthesis: is Alcoa successfully restoring a jarrah forest ecosystem after bauxite mining in Western Australia?', *Restoration Ecology*, 15(4):S137-S44.

Koch, JM, Ward, SC, Grant, CD, Ainsworth, GL (1996). 'The effect of bauxite mining and rehabilitation operations on the topsoil seed reserve in the jarrah forest of Western Australia', *Restoration Ecology*, 4:368–376.

Landloch Pty Ltd (2006). *Validation of a risk assessment model for tunnel erosion on waste dumps*, final report, ACMER project R68, Australian Centre for Mining Environmental Research.

Legg, CJ, Nagy, L (2006). 'Why most conservation monitoring is, but need not be, a waste of time', *Journal of Environmental Management*, 78(2):194–199.

Lindenmayer, DB, Likens, GE (2010). *Effective ecological monitoring*, CSIRO Publishing and Earthscan, Melbourne and London.

Loch, RJ (2010). *Sustainable landscape design for coal mine rehabilitation*, ACARP project C18024 report.

Loch, RJ, Vacher, CA (2006). 'Assessing and managing erosion risk for constructed landforms on minesites', *Proceedings of the Goldfields Environmental Management Workshop 2006*, Kalgoorlie–Boulder.

Loch, RJ, Willgoose, GR (2000). 'Rehabilitated landforms: designing for stability, in *Environmental standards for the New Millennium* (39–44), proceedings of the 2000 Workshop on Environmental Management in Arid and Semi-arid Areas, Goldfields Land Rehabilitation Group.

McDonald-Madden, E, Baxter, PWJ, Fuller, RA, Martin, TG, Game, ET, Montambault, J, Possingham, HP (2010). 'Monitoring does not always count', *Trends in Ecology & Evolution*, 25(10):547–550.

McKenzie, N, Grundy, M, Webster, R, Ringrose-Vaose, A, (2008). *Guidelines for surveying soil and land resources*, 2nd edition, CSIRO Publishing, Melbourne.

Mulligan, DR (1996). *Environmental management in the Australian minerals and energy industries: principles and practices*, UNSW Press, Sydney.

Mulligan, DR, Bell, LC (1991). 'Tree and shrub growth on land rehabilitated after mining at Curragh coal mine', unpublished report, Department of Agriculture, University of Queensland.

NCST (National Committee on Soil and Terrain) (2009). *Australian Soil and Land Survey field handbook*, 3rd edition, CSIRO Publishing, Collingwood.

Neldner, VJ, Ngugi, MR (2014). 'Application of the BioCondition assessment framework to mine vegetation rehabilitation', *Ecological Management & Restoration*, 15(2):158–161.

Ngugi, MR, Neldner, VJ, Kusy, B (2015). 'Using forest growth trajectory modelling to complement BioCondition assessment of mine vegetation rehabilitation', *Ecological Management & Restoration*, 16(1):78–82.

- Nichols, OG (2004). *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem establishment on coal mines in the Bowen Basin*, ACARP project C12045, Australian Centre for Mining Environmental Research, Kenmore, Queensland.
- Nichols, OG (2005). *Development of rehabilitation completion criteria for native ecosystem establishment on coal mines in the Hunter Valley*, ACARP project C13048, Australian Centre for Minerals Extension and Research.
- Orr, MS, Bell, LC (1990). *Strategies for site stabilization and native species regeneration at the Curragh open-cut coal mine*, final report to Curragh Queensland Mining Ltd, unpublished report, Department of Agriculture, University of Queensland.
- Petersen, AE, Brooks, DR (1996). 'Environmental management practices at RGC's Eneabba operation in the dry heath sand-plains of Western Australia', in DR Mulligan (ed.), *Environmental management in the Australian minerals and energy industries: principles and practices* (571–582), UNSW Press, Sydney.
- Pratt, AS, Mangan, CM (2013). 'The use of ground based LiDAR in rehabilitation performance and landform stability monitoring', in M Tibbett (ed.), *Mine closure 2013*, Australian Centre for Geomechanics, Perth.
- Raval, S, Merton, RN, Laurence, D (2013). 'Satellite based mine rehabilitation monitoring using WorldView-2 imagery', *Mining Technology*, 122(4):200–207.
- Reid, T, Hazell, D, Gibbons, P (2013). 'Why monitoring often fails to inform adaptive management: a case study', *Ecological Management & Restoration*, 14(3):224–227.
- Renard, KG, Foster, GR, Weesies, GA, McCool, DK, Yoder, DC (1997). *Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE)*, Agriculture handbook no. 703, US Department of Agriculture.
- Ruiz-Jaen, MC, Aide, TM (2005). 'Restoration success: how is it being measured?', *Restoration Ecology*, 13(3):569–577.
- Seastedt, TR, Hobbs, RJ, Suding, KN (2008). 'Management of novel ecosystems: are novel approaches required?', *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(10):547–553.
- SER (Society for Ecological Restoration) (2004). *The SER international primer on ecological restoration*, SER International Science & Policy Working Group.
- SERA (Society for Ecological Restoration Australasia) (2016). *National standards for the practice of ecological restoration in Australia*, SERA, <http://www.seraustralasia.com>.
- Sherwin, RE, Altenbach, JS, and Waldien, DL (2009). *Managing abandoned mines for bats*, Bat Conservation International, Austin, Texas.
- Simanton, JR, Rawitz, E, Shirley, ED (1984). 'Effects of rock fragments on erosion of semiarid rangeland soils', in *Erosion and productivity of soils containing rock fragments* (65–72), SSSA special publication no. 13.
- Skidmore, EL (1979). 'Soil loss tolerance', in *Determinants of soil loss tolerance* (87–94), publication no. 45, American Society of Agronomy.
- Squires, H, Priest, M, Sluiter, I, Loch, R (2012). 'Leading practice waste dump rehabilitation at the Ginkgo mineral sands mine', in *Mine closure 2012*, Australian Centre for Geomechanics, Perth, ISBN 978-0-9870937-0-7.

- Stevens, T (2006). 'The development of key performance indicators for progressive rehabilitation at the Murrin Murrin nickel/cobalt operation', *Proceedings of Goldfields Environmental Management Workshop* (112–120), Kalgoorlie–Boulder.
- Thompson, SA, Thompson, GG (2004). 'Adequacy of rehabilitation monitoring practices in the Western Australian mining industry', *Ecological Management & Restoration*, 5(1):30–33.
- Thomson, B (2002). *Australian handbook for the conservation of bats in mines and artificial cave-bat habitats*, AMEEF paper no. 15, Australian Centre for Mining Environmental Research, Kenmore.
- Tolmie, PE, Silburn, DM, Biggs, AJW (2011). 'Deep drainage and soil salt loads in the Queensland Murray–Darling Basin using soil chloride: comparison of land uses', *Soil Research* 49:408–423.
- Tongway, DJ, Hindley, NL (2004). *Landscape function analysis: Procedures for monitoring and assessing landscapes*, CSIRO Sustainable Ecosystems, Canberra.
- Tongway, DJ, Ludwig, JA (2011). *Restoring disturbed landscapes: putting principles into practice*, Island Press, Washington DC.
- Tongway, D, Hindley, N, Seaborn, B (2003). *Indicators of ecosystem rehabilitation success: Stage two—Verification of EFA indicators, final report*, Australian Centre for Mining Environmental Research, Kenmore, Queensland.
- Vacher, CA, Loch, RJ, Raine, SR (2004). *Identification and management of dispersive mine spoils: final report*, Australian Centre for Mining Environmental Research.
- Vacher, CA, Raine, SR, Loch, RJ (2004). 'Tunnel erosion in waste rock dumps', in *Proceedings of Goldfields Environmental Management Group, Workshop on Environmental Management in Arid and Semi-arid Areas*.
- Vickers, H, Gillespie, M, Gravina, A (2012). 'Assessing the development of rehabilitated grasslands on post-mined landforms in north west Queensland, Australia', *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 163:72–84.
- WA EPA (Western Australian Environmental Protection Authority) (2006). *Rehabilitation of terrestrial ecosystems: guidance for the assessment of environmental factors, Western Australia (in accordance with the Environmental Protection Act 1986)*, WA EPA, Perth.
- WA EPA (Western Australian Environmental Protection Authority) (2015). *Guidelines for preparing mine closure plans*, WA EPA, Perth.
- Westman, WE (1978). 'Inputs and cycling of mineral nutrients in a coastal subtropical eucalypt forest', *Journal of Ecology*, 66:513–531.
- Wight, JR, Siddoway, FH (1979). 'Determinants of soil loss tolerance for rangelands', in *Determinants of soil loss tolerance* (67–74), publication no. 45, American Society of Agronomy.
- Willgoose, GR, Bras, RL, Rodriguez-Iturbe, I (1991). 'A physically-based channel network and catchment evolution model: I Theory', *Water Resources Research*, 27:1,671–1684.
- Wischmeier, WH, Smith, DD (1978). *Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning*, US Department of Agriculture handbook no. 537, US Government Printing Office, Washington DC.
- Yates, SR, Warrick, AW (2002). 'Geostatistics', in JH Dane and GC Topp (eds), *Methods of soil analysis*, Part 4: Physical methods (81–118), Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin.
- Yee Yet, JS, Silburn, DM (2003). *Deep drainage estimates under a range of land uses in the QMDB using water balance modelling*, Department of Natural Resources and Mines, Queensland.

НЭР ТОМЬЁОНЫ ТАЙЛБАР

Амьд эд эсийг хиймлээр ургуулах

Ховор ургамлыг их хэмжээгээр хуулбарлан олшруулахад ашигласан бэлгийн бус үржлийн арга.

Анхдагч төрөл зүйлүүд

Хөндөгдсөн бүс нутгийн колоницлох анхны төрөл зүйлүүд

Ашиглалтын лицензийг буцааж тушаах нь

Зохицуулах холбогдох байгууллага агентлагаас уурхайн хаалтыг хангалттай, шаардлагын дагуу хийж дуусгаж гүйцэтгэснийг гэрчилсэн албан ёсны баталгаа

Баяжуулалтын хаягдал хадгалах байгууламж

Баяжуулалтын хаягдал хадгалахад ашиглах бүс, үүний үүрэг бол чулуулаг бодисын туналтыг тогтворжуулах болон усны чанарыг дээшлүүлэх юм. Энэ нь нэгдсэн байгууламжтай холбоотой бөгөөд нэг ба түүнээс баяжуулалтын хаягдлын хашлагыг хамруулна.

Газар самнах

Ургалтыг дэмжих зорилгоор үрийн бүрхүүлийг хагалах үйл явц

Далан

Хөрс тогтоон барих хана.

Дасан зохицох менежмент

Үйл ажиллагааны хөтөлбөрийн үр дүнгээс суралцах замаар тасралтгүй сайжруулж буй менежментийн бодлого, практик дэс дараатай үйл явц. Уурхайн үйл ажиллагаа болон Биологийн төрөл зүйлийн талаарх УТОЗ-ийн зөвлөмжид дасан зохицох менежментийг “хийх-хянах-тооцоолох-дахин хянах” гэж тодорхойлсон байдаг.

Дахин ашиглаж болох ус

Нөөцлөгдсөн баяжуулалтын хаягдлын шингэн зуурмагийн оргилоос урсах ус

Илүүдэл халих

Ус болон хаягдлын шингэн нь агуулахын амсрыг давж халих.

Капсулжуулалт

Гадаад орчноос (ихэвчлэн хүчилтөрөгч, эсвэл ус) хаягдал материалыг тусгаарладаг өөр төрлийн материалын хаягдлын бүрэн хаалт

Налуу хана

Налуугийн тогтворжилтыг нэмэгдүүлэх, бэхжүүлэх, мөн бусад үргэлжилсэн урт налууг таслах, налуугийн шаварлаг материалыг тогтоон барих, эсвэл зогсоох, илүүдэл усны урсгал болон элэгдлийг зохицуулах зорилгоор шороон далан, эсвэл налуу ханан дотор баригдсан хөндлөн тавцан буюу мөргөцөг.

Нарийн хайрга

Элэгдлээс, эсвэл гидростатикийн хүчний илүүдлээс шалтгаалах хөдөлгөөнөөс хөрсийг хамгаалах үүднээс байрлуулсан нурсан чулууны сул бөөгнөрөл.

Нахиа

Бэлгийн болон бэлгийн бус нөхөн үржихүйн аль нэгээр нь шинэ ургамлыг ургуулах чадамжтай аливаа бүтэц. Энэ нь салангид байсан ч өөрөө бие даан ургах чадвартай үр, үрэнцэр болон ургамлын аль нэг хэсэг.

Норгох

Уурхайн хаягдалд хур тунадас шүүрэх

Нөхөн сэргээлт

Тухайн талбай болон эргэн тойрны газрын үр дүнтэй ашиглалтыг анхааралдаа авсны дараа сүйдсэн газрыг тогтвортой, үржил шимтэй, мөн бие даасан нөхцөлд байдалд нь эргэн оруулах

Нөхөн сэргээлтийн хамтын ажиллагааны шилжилт

Нөхөн сэргээлтийг цаг үргэлж сайжруулах хандлага.

Нутагшдаггүй төрөл зүйлүүд

Дахин бий болгоход бэрхшээлтэй төрөл зүйлүүд

Нутгийн гаралтай ургамал

Тухайн тарих гэж байгаа орчин нөхцөл нь ургамал ургадаг унаган орчин нөхцөлтэй төсөөтэй байх (жишээлбэл, ижил орон нутгийн бүсэд)

Нэн тохиромжтой экосистем

Тогтвортой (элэгдлийн түвшин бага), ус болон шим тэжээлт бодисыг тогтоон барихад үр нөлөөтэй, бие даасан экосистем.

Орхигдсон уурхай

Уулын үйл ажиллагаа болон ашигт малтмал олборлох зорилгоор урьд өмнө нь ашиглаж, хаалт нь бүрэн дуусаагүй талбай

Өөдөс

Чөлөөт өнцгийн налуу дээгүүрх эцсийн овоолгын дээрх бүдүүн ширхэглэгт хаягдал чулууны чиглэл болон тусгаарлалт

Саран хэлбэр

Элэгдлээс урьдчилан сэргийлэхийн тулд бульдозер ашигладаг арга

Статик хүчлийн суурь тооцоо

Жинхэнэ хүчил болон шүлттэй урвал хоорондын тэнцвэр.

Сэргээн босгох

Экотогтолцооны бүтцийг анх байсан дүр төрхөд дөхүүлж шинээр дахин бий болгосон буюу төлөвлөж байсан тогтолцоог бий болгох үйл явцыг хэлнэ.

Тархамтгай хөрс

Элс, лаг шавар зэрэг үндсэн хэсэгт усанд тархдаг, бүтцийн хувьд тогтворгүй хөрс. Тархамтгай хөрс нь элэгдэх чанар өндөртэй байдаг бөгөөд газар шорооны ажлыг амжилттай явуулахад асуудал үүсгэдэг.

Том цооног

Бүдүүн ширхэглэгт хэсгүүдийн хооронд үүссэн том хөндий хоосон зай

Тэргүүн туршлага

Тогтвортой хөгжилд дэмжлэг үзүүлэх өнөөгийн шилдэг туршлагууд

Ул мөр

Тухайн уурхайг бүрхсэн гадаргын талбай бөгөөд дэд бүтцэд холбогдсон байдаг.

Урвалж хаягдал

Хүчилтөрөгчтэй урвалд орох хаягдал

Усан тариалалт

Уламжлалт тариалалтын арга барилд нийцэхгүй буюу хэт нэвчих налуу дээр тогтсон цаас, эсвэл сүрлэн хучлагын холимгийн цацал, бордоо, холбогч бодис.

Үйл ажиллагаа эрхлэх олон нийтийн зөвшөөрөл

Компанийн нэр хүндийг танин мэдэж, хүлээн зөвшөөрөх олон нийтийн болон хуулийн шаардлагуудад нийцсэн үйл ажиллагаа явуулах, бизнесийг тогтворжуулахад гол оролцогч талуудтай үр ашигтай харилцааг бий болгон хадгалах. Бүхэлдээ энэ нь чин шударга байдал ба харилцан хүндэтгэлээс үүдэлтэй.

Үлдэгдэл ургамал

Тэгшилгээ хийсний дараа үлдэж хоцорсон унаган байгалийн ургамал

Үр дүнг хэмжих шалгуур

Уурхайг амжилттай хаасаныг хэмжих тогтсон хэм хэмжээ, стандарт.

Хадгалах/зайлуулах хучлага

Чийглэг улирлын туршид шүүрсэн хур тунадасыг хадгалаад үүнийгээ хуурай улирлын туршид байгалийн усны эргэлтээр дамжуулан зайлуулах бөгөөд энэ нь чийгшил дутагдалтай уур амьсгалд тохирсон хучлага.

Харьцуулалт

Олборлолт хийгдээгүй төрх байдлыг уурхайн үйл ажиллагаа явагдсан төрх байдалтай нь харьцуулах

Хаягдал чулуу

Хүдэр олборлох үйл ажиллагааны дүнд газар дороос малтан гаргасан хэрэгцээгүй чулуу.

Хөндий хоосон газар

Уурхай хаахад орхигдсон үлдэгдэл ил цооног

Хужирт хөрс

Солилцох боломжтой катодын ашигтай харьцаатай (ерөнхийдөө 6 хувиас дээш) натри агуулж буй хөрс. Бүтцээсээ болоод хужирт хөрсний ус шүүрүүлэх чанар муу байх тохиолдол бий.

Хүдрийн овоолго

Уурхайн тээрэм, боловсруулах цехэд ашиглах ухаж гаргасан боловсруулаагүй хүдрийн овоолго.

Хүчиллэг уурхайн хаягдал ус

Пирит гэх мэтийн сульфитын исэлдлийн үр дүнд уурхайн хаягдлаас үүсэн хүчиллэг хаягдал ус

Шингэн шавар

Өтгөрүүлэгчээс гарсаар байгаа нарийн хэсэгт хуваагдсан уусмал

Шороон налуу

Ар араасаа дараалсан үе давхаргын ханыг хүнхэгэр, эсвэл налуу болгох.

Эко-систем

Сумбиотик харилцан үйлчлэлээр (эерэг үр дүнтэй харилцаа) дамжуулан бие биенийхээ оролцооноос ашиг тус хүртэх гишүүдийн систем. Энэ нь биологийн шалгуураар бий болсон нөхцөл бөгөөд бие даасан систем юм.

Элэгдлийн зүү

Элэгдлийн тодорхой нэг цэг дээр магнитуудыг тооцоход болон үнэлгээ хийхэд ашиглагдаг хөрс рүү заагч металл зүү юм. Толгодын налуу элэгдлийн тухайд элэгдлийг нарийн тооцоолох шаардлагатай бол төрөл бүрийн хэмжээ загвар бүхий олон тооны зүү шаардлагатай болно. (Ашиглагдах зүүний тоо хэмжээ ерөнхийдөө хангалтгүй). Энэхүү аргачлал нь элэгдлийг зогсоох тохиолдолд суваг шуудуу, томоохон гол горхины өргөжин тэлж байгаа эсэхийг үнэлэхэд илүү тохирно.

Эцсийн овоолго

Хогийн машины тэвшнээс материал буулгах үйл явц. Хогийн машинаар зөөсөн материалуудыг овоолгын захад асгах замаар тэрхүү овоолгыг үргэлжлүүлэн босгох бөгөөд овоолгыг хаягдал чулуугаар хүрээлнэ.