

# Озон задалдаг бодисын тухай МОНРЕАЛИЙН ПРОТОКОЛ ба ХҮНИЙ ЭРҮҮЛ МЭНД

Дэлхийн хэмжээний үйл ажиллагаа нь нарны хэт ягаан туяаны хортой цацрагаас бид бүхнийг хэрхэн хамгаалж байна вэ?

Нэгдсэн үндэстний байгууллагын Байгаль орчны хөтөлбөр



## Монгол хэвлэлийн оршилд



Дэлхий гарагийн агаар мандлын дээд давхаргад орших озоны давхарга нь Нарнаас ирэх хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацрагийг өөртөө шингээж манай гарагийн хүн болоод амьд байгалийг хамгаалж байдаг. Хүний нийгмийн хөгжлийн үр дүнд бидний өдөр тутмын хөргөлтийн болон агааржуулалтын хэрэглээнд ашиглаж байгаа озон задалдаг болон уур амьсгалд сөрөг нөлөөтэй бодисууд буюу хлорфтортнүүрстөрөгч, гидро хлорфтортнүүрстөрөгч болон гидро

фтортнүүрстөрөгч зэрэг химийн бодисын нөлөөгөөр озоны давхаргыг хомсдуулж бас Дэлхийн дулаарлыг ихэсгэж байгааг судлаачид тогтоосон. Иймд биднийг нарны хорт туяанаас хамгаалах хуяг болсон “Озоны давхаргыг хамгаалах Венийн конвенц”-ийг хэрэгжүүлэх үйл хэргийг дэлхийн хамтын нийгэмлэг 35 жилийн турш амжилттай гүйцэтгэж ирлээ. Озоны давхаргыг хамгаалах үйл ажиллагаанд зориулан НҮБ-ын Байгаль орчны хөтөлбөрийн Технологи, үйлдвэрлэл, эдийн засгийн салбарын Озоны хөтөлбөрөөс эрхлэн “Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протокол ба хүний эрүүл мэнд” хэмээх товхимолыг өргөн олон уншигч нарт зориулан гаргасан билээ.

Үүнтэй уялдан хүн амаа нарны хэт ягаан туяаны аюулаас хамгаалах, сэргийлэхэд тус дэм болох, түүнчлэн озон давхаргад сөрөг нөлөөтэй химийн зарим бодисын хэрэглээнээс татгалзахад зөвлөх зорилгоор манай Байгаль орчин, аялал жуулчлалын яамны Озоны үндэсний албанаас эрхлэн уг товхимолыг орчуулан урьд өмнө нийтэд хүргэж байсан билээ. Харин өнөөдөр энэ зорилт хэвээр байгаа бөгөөд озоны давхаргыг хамгаалах талаар дэлхийн хамтын нийгэмлэгийн өмнө хүлээсэн үүрэг болон 2019 онд Улсын их хурлаас баталсан “Монгол улсын урт хугацааны хөгжлийн хөтөлбөр”, 2020 онд УИХ-аас баталсан Засгийн газрын мөрийн хөтөлбөрийг хэрэгжүүлэх талаар бас нэг том алхам болж байгаа юм.

Монреалийн протокол, Венийн Конвенцийн амжилтыг эргэн дурьдахын хамт олон улсын хамтын нийгэмлэг нь одоогоор үлдээд байгаа озон задалдаг бодисыг бүрмөсөн халах, мөн гидро хлорфторт нүүрстөрөгч -HCFC болон фторт нүүрсустөрөгчийн – HFC төрлийн озон задлах чадваргүй ч дэлхийн дулааралд үзүүлэх нөлөө өндөртэй, хүлэмжийн хийг бууруулах замаар дэлхийн дулаарлыг саармагжуулж ирээдүй хойч үедээ зориулан Эх дэлхийгээ хамгаалахын тулд урьдын адил хүчин чармайлт гаргаж, шинэлэг санаа, итгэл, хурдтай ажиллах хэрэгтэй болоод байгаа юм. Энэ үйлсэд улс орон бүрийн төр, иргэний нийгэм, бизнесийн байгууллагын хүчин чармайлт, хамтын ажиллагаа, түншлэл онцгой ач холбогдолтойг тэмдэглэн онцолж байна. Энэхүү гарын авлагыг манай орны нийт иргэд, бизнесийн байгууллагынхан амьдрал, ахуйдаа бүтээлчээр ашиглаж нарны хэт ягаан туяаны аюулаас өөрсдийгөө болон үр хүүхдээ хамгаалж сурахын зэрэгцээ хөргөх бодисын хэрэглээндээ озоны давхарга болон дэлхийн дулааралд нөлөөгүй, өөр төрлийн орлуулах бодис, тэдгээрийг агуулсан техник, технологийг судалж, амжилттай нэвтрүүлэхийг зөвлөж байна.

**Монгол улсын Байгаль орчин,  
аялал жуулчлалын дэд сайд**

**Ц.Батбаяр**

# Талархал

Тус гарын авлагыг Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протоколын хэрэгжилтийг хангах Олон талт сангийн хүрээнд Нэгдсэн үндэстний байгууллагын Байгаль орчны хөтөлбөрийн (НҮБ-ын БОХ) салбар болох Технологи, үйлдвэрлэл, эдийн засгийн салбарын (UNEP DTIE) Озоны хөтөлбөрийн нэгжээс боловсруулав.

НҮБ-ын БОХ-ийн төслийн баг:

- Др. Shamila Nair-Bedouelle, НҮБ-ын БОХ-ийн Технологи, үйлдвэрлэл, эдийн засгийн салбарын Озоны хөтөлбөрийн удирдагч
- Хатагтай Anne-Maria Fenner, Озоны хөтөлбөрийн салбарын мэдээлэл хариуцсан менежер

**Судалгааг явуулж, боловсруулсан:**

- Проф. Nigel Paul, НҮБ-ын БОХ-ийн Байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээний хэсгийн (EEAP) хамтран удирдагч, Английн Ланкастерын их сургуулийн Ланкастерын байгаль орчны төв

**Хянасан:**

- Др. Sarah Allinson, Английн Ланкастерын их сургууль
- Др. Pierre Cesarini, Securite Solaire нийгэмлэг, Франц
- Др. Emilie Van Deventer, Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (WHO)
- Проф. Robyn Lucas, Австралийн үндэсний их сургууль
- Др. Richard McKenzie, Шинэ Зеландын ус, агаар мандлын судалгааны үндэсний хүрээлэн
- Проф. Mary Norval, Английн Эдинбургын их сургууль
- Др. Remy Slama, Инсерм, Франц
- Dr. Ezra Clark, НҮБ-ын БОХ-ийн Озоны хөтөлбөрийн чадавхийг бэхжүүлэх асуудал хариуцсан менежер
- Хатагтай Artie Dubrie, НҮБ-ын БОХ-ийн Ази, Номхон далайн бүсийн ажлын хэсгийн (ROAP) Номхон далайн бүсийн сүлжээний зохицуулагч
- Ноён Shaofeng Hu, ROAP-ийн Зүүн өмнөд Азийн бүсийн сүлжээний зохицуулагч
- Ноён Jean Paul Martial, НҮБ-ын БОХ-ийн Озоны хөтөлбөрийн зөвлөх
- Хатагтай Kakuko Nagatani-Yoshida, ROAP-ийн Хөтөлбөрийн мэргэжилтэн
- Ноён Marco Pinzon, НҮБ-ын БОХ-ийн Латин Америк, Карибын бүсийн ажлын хэсгийн (ROLAC) Карибын бүсийн сүлжээний зохицуулагч
- Ноён Mahesh C. Uniyal, ROAP-ийн зөвлөх

**Хэвлэлийн эх, загварыг бэлтгэсэн:**

- Хатагтай Aurelie Ek, Зөвлөх

# Хураангуй

Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протоколын амжилттай хэрэгжилтийн үр дүн нь Дэлхий нийтээр хамтран нэгдсэнээр хүн төрөлхтөнд учирч болзошгүй ердийн аюул заналаас зайлсхийж чадах боломжтой юм гэсэн мессежийг илгээж байна. 1987 онд Монреалийн протоколд гарын үсэг зурсан цагаас хойш давхраат мандлын озоны давхаргын нимгэрэлд нөлөөлдөг бодисын хэрэглээг үе шаттай бууруулах ажлын үр дүн нь дэлхийн хэмжээнд хүний эрүүл мэндэд ихээхэн хэмжээний ач холбогдолтой болох нь харагдсан билээ. Тухайлбал, дээрх ажлын үр дүн нь Дэлхийн бөмбөрцгийн хүн ам тархан суурьшсан ихэнх нутаг дэвсгэрт нарны хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацраг их хэмжээгээр нэмэгдэхээс сэргийлж чадсан.

Озоны давхарга нимгэрэх нь нарны хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацраг дэлхийн гадаргад хүрэх боломжийг нэмэгдүүлдэг. Сүүлийн жилүүдийн судалгааны үр дүнгээс үзэхэд озоны давхаргын нимгэрэл нь хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөөд зогсохгүй мөн хоол тэжээлийн бүтээмж болон амьдралыг тэтгэгч экосистемд сөргөөр нөлөөлдөг болох нь тодорхой болоод байна.

Хэрвээ бид өнгөрсөн хугацаанд Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй бол манай дэлхий маш өөр ертөнц болох байлаа. Тус гарын авлага нь нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хэмжээний өөрчлөлтөөс хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг харуулахаас гадна хэрэв озон задалдаг бодисын (ОЗБ) хэрэглээнд хяналт тавьж чадаагүй байсан бол манай дэлхийн хүн амын эрүүл мэнд хэрхэн доройтож өөрчлөгдсөн байх талаар харуулсан. 21-р зууны дунд үе гэхэд давхраат мандлын озоны давхарга их хэмжээгээр нимгэрч, улмаар Дэлхийн туйлаас халуун бүс хүртэл манай гарагийг нийтэд нь хамарсан нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн үлэмж хэмжээний өсөлт бий болох байсан.

Монреалийн протокол амжилттай хэрэгжсэнээр хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх ач холбогдлыг авч үзвэл 21-р зууны сүүлч үе гэхэд тохиолдох байсан арьсны хавдрын өвчлөлийг хамгийн цөөнөөр тооцоход 100 сая тохиолдлоос сэргийлж чадсан байна. Орчин үеийн загварын тооцооллоор зөвхөн АНУ-ын хэмжээнд арьсны хавдрын өвчлөлийн 300 сая гаруй тохиолдлоос сэргийлнэ гэж үзсэн. 2100 оны байдлаар нүд цайх өвчлөлийн олон сая тохиолдлоос сэргийлж чадах бөгөөд судалгаанаас үзэхэд зөвхөн АНУ-ын хэмжээнд хэдэн арван сая гаруй тохиолдлоос сэргийлнэ гэж үзсэн.

Нарны хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацраг нь хүний дархлааны системд мөн адил нөлөөлөх бөгөөд озоны давхаргын нимгэрэх явцыг хязгаарласнаар Монреалийн протокол нь нарны хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацрагаас хүний дархлааны системийн үйл ажиллагаанд үзүүлэх мэдэгдэхүйц нөлөөллөөс сэргийлэх ач холбогдолтой юм. Озоны давхарга эргэн нөхөгдөж, нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хэмжээ буурсанаар хүний эрүүл мэндэд чухал хэрэгцээтэй витамин Д нийлэгжих явцад шаардлагатай нарны гэрэлд өнгөрүүлэх хугацаанд өөрчлөлт гарахгүй гэж үзэж байна.

Нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хэмжээ нэмэгдсэнээр ургацын бүтээмж буурах болон эдийн засгийн хувьд үр ашигтай загасны зарим зүйлүүдэд сөргөөр нөлөөлж, мөн загасны аж ахуйд чухал ач холбогдол бүхий усан орчны амьдралыг тэтгэгч экосистемд сөргөөр нөлөөлөх хандлагатай байна. Монреалийн протокол нь хүнсний аюулгүй байдлыг хангах замаар хүний эрүүл мэндэд мөн ач холбогдолоо өгч байна. Мөн бромт метил мэтийн өргөн хэрэглэгддэг химийн хортой бодисын хэрэглээг үе шаттай бууруулж буй нь бас ач холбогдолтой байна. Озон задалдаг бодис нь мөн хүчтэй хүлэмжийн хийд тооцогддог бөгөөд ОЗБ-ын хэрэглээг бууруулсанаар уур амьсгалын өөрчлөлтөөс үүдэлтэй хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөөллөөс сэргийлж чадаж байгаа юм.



# Агуулга

Талархал	4
Хураангуй	5
Оршил	8
Танилцуулга	10
Нарны хэт ягаан туяаны цацраг: Давхраат мандлын озоны давхарга ба хүний эрүүл мэнд хоорондын үндсэн холбоо хамаарал	13
Арьсны хавдар дэлхий нийтийг хамарсан эрүүл мэндийн хурц асуудал мөн	18
Монреалийн протокол ба озоны давхаргын ирээдүйн төлөв байдал: Бидний амьдарч буй дэлхий гараг ба хуучин дэлхий гараг	23
“Хуучин Дэлхий гараг”-ийн арьсны хавдрын өвчлөл	27
Биднийг угтаж буй ирээдүйд тохиолдох арьсны хавдрын өвчлөл	32
Озоны давхаргын нимгэрэл, нарны хэт ягаан туяа (UV) ба нүдний өвчлөл	34
Озоны давхаргын нимгэрэл, нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба дархлааны систем	36
Озоны давхаргын нимгэрэл, нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба витамин Д	38
Озоны давхаргын нимгэрлээс хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх бусад нөлөө	42
Дүгнэлт: Монреалийн протоколын хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх ач холбогдлын эдийн засгийн үр ашиг	45
Дүгнэлт хэсэг	46
Ашигласан бүтээл	48

# Оршил

Озоны давхаргыг хамгаалах үйл ажиллагаа нь нэн тэргүүнд хүний эрүүл мэндийг хамгаалахад чиглэсээр ирсэн. Озоны үе давхаргыг хамгаалах тухай Венийн конвенцид 1985 онд гарын үсэг зурсан бөгөөд тус конвенцийн оршил хэсгийн эхэнд *“...озоны давхаргыг хамгаалсанаар хүний эрүүл мэнд болон байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллөөс сэргийлэх болно...”* хэмээсэн байдаг. Үүнээс хоёр жилийн дараа буюу 1987 онд “Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протокол” –ыг хэлэлцэж баталсан бөгөөд тус протоколын оршил хэсэгт *“...озоны үе давхаргыг өөрчилж буй эсвэл өөрчлөх магадлалтай хүний үйл ажиллагаанаас үүдэлтэй нөлөөллөөс хүний эрүүл мэнд болон байгаль орчныг хамгаалах тохиромжит арга хэмжээ авах...”* хэмээсэн байдаг нь дээрх конвенцио дахин баталгаажуулж байгаа хэрэг юм.

Бид бүхэн 30 жилийн дараа эдгээр мэдэгдлүүдийг эргэн нэг харахад Венийн конвенц болон Монреалийн протоколын Талууд озоны давхаргыг хамгаалах асуудалд хэрхэн хүчин чармайлт тавьж ажиллаж байсан нь илэрхий байна. Хүний эрүүл мэндийг хамгаалах асуудал нь Талуудын хэрэгжүүлж буй үйл ажиллагаа бүрийн нэг хэсэг байсаар ирсэн. Озон задалдаг бодисын хэрэглээ болон тэдгээрийг орлуулах бодис, давхраат мандалд явагдах нарийн нийлмэл үйл явц зэргийн талаар дэлгэрэнгүй ярьдаг хэдий ч зарим тохиолдолд озоны давхаргыг хамгаалах нь хүний эрүүл мэнд, эрүүл аж төрөх нөхцөлд хэрхэн ач холбогдолтой байх талаар орхигдуулсан байдаг. Энэхүү гарын авлагад озоны давхаргыг хамгаалах асуудлын хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх ач холбогдлын талаар оруулсан болно.

Тус гарын авлагад озоны давхаргад бий болсон өөрчлөлт хүний эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөөлж болох талаарх сүүлийн үеийн ойлголтуудыг нэгтгэн дүгнэж гаргасан. Тус өөрчлөлтийг бид бүхний одоо амьдарч буй Дэлхий гараг болоод ямар ч арга хэмжээ аваагүй байж болох байсан “хуучин Дэлхий гараг”-ийн нөхцөлд харьцуулан авч үзсэн болно. “Хуучин Дэлхий гараг” гэдэгт озон задалдаг бодисын хяналтыг амжилттай хэрэгжүүлж чадаагүй нөхцөл байдал бүхий дэлхий гарагийг авч үзсэн болно. “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн ямар ч арга хэмжээ аваагүй нөхцөл байдлыг авч үзсэнээр Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлж буйн үр дүнд хүний эрүүл мэнд болон байгаль орчинд үзүүлэх сөрөг нөлөөллөөс сэргийлэх боломжтой болсон талаар тодорхой харж болох юм.

*“Хуучин дэлхий гараг” гэдгийг озон задалдаг бодисын хэрэглээг хязгаарлаагүйн улмаас нарны хэт ягаан хөнөөлт туяаны нөлөөгөөр дэлхийн хүн ам болон амьд амьтад маш олноороо арьсны хавдараар өвчилж , нүдний болор цайж , дархлаа суларч , ургамалын биобүтээмж эрс буурч, экосистем муудан доройтож сүйрч байгаа Дэлхий гараг байх юм гэж сэтгэлдээ төсөөлөх хэрэгтэй байна. Өөрөөр хэлбэл, Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протокол хэрэгжээгүй Дэлхий гараг байх юм. – Ц.Адьяасүрэн*

Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протоколыг ОЗБ-ын хэрэглээг үе шаттай бууруулах зорилтын биелэлт, озоны давхаргын нимгэрлийг хязгаарлах үйл явц болон хүний эрүүл мэнд, байгаль орчинд үзүүлэх ач холбогдлын хувиар амжилтын түүх болгон мэдээллэдэг.

Нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хэмжээ буурснаар хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх үр нөлөө нилээд нэмэгдэж байгаа нь Монреалийн протоколын амжилтыг тодорхой хэмжээгээр харуулах бөгөөд мөн Мянганы хөгжлийн зорилтын биелэлтэнд (“байгаль орчны тогтвортой байдлыг хангах, өвчин эмгэгтэй тэмцэх”) хувь нэмрээ оруулж байгаа юм.

Энэхүү бүтээл нь Озоны үндэсний албад болон бусад оролцогч талуудын Монреалийн протоколын талаарх мэдлэг, мэдээлэл, боловсролыг дээшлүүлэхэд дэмжлэг үзүүлнэ хэмээн бид бүхэн эрмэлзэж байгаа билээ. “Мэдлэг боловсрол бол дэлхий ертөнцийг өөрчлөхөд ашиглаж болох хамгийн хүчтэй зэвсэг юм” (Нелсон Мандела). Иймд хүн төрөлхтөнд чухал ач холбогдолтой озоны давхаргаа хамгаалах талаар мэдлэг олгох, түгээхэд бүгдээрээ хамтран ажиллая.

Өндөр түвшний шинжлэх ухааны чанартай энэхүү асуудлыг хүлээн авч, бусад сонирхлын бүлгийн гишүүдэд ойлгомжтой байдлаар илэрхийлэхэд дэмжлэг үзүүлсэн профессор Нигел Паулд гүн талархал илэрхийлье. Мөн тус бүтээлийг хянахад сайн дурын туслалцаа үзүүлсэн бүх гишүүддээ талархал илэрхийлж байна.

**Shamila Nair-Bedouelle**  
Озоны хөтөлбөрийн удирдагч



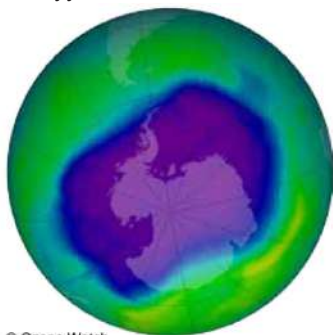
# Танилцуулга

“Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протоколын үлгэр загвараар дамжуулан дэлхий нийтийг хамарсан томоохон хурцадмал асуудлыг шийдвэрлэх үйл ажиллагааг хэрэгжүүлэх нь боломжтой төдийгүй эдийн засгийн болон хүн төрөлхтөнд авч ирэх үр ашиг нь зарцуулсан өртөгөөс хавьгүй давуутай байна гэсэн илгээлтийг хүргэж байна”

## *НҮБ-ын Ерөнхий нарийн бичгийн дарга Бан Ги Мүн*

Ерөнхий нарийн бичгийн дарга Бан Ги Мүн нь Монреалийн протоколыг манай гарагийг хамгаалах дэлхийн хэмжээний хүчин чармайлтын оргил хэсэг болж байна хэмээн үзэж буй цорын ганц хүн бишээ. Монреалийн протоколын хэрэгжилт амжилттай явагдаж байгаа бөгөөд 1987 онд гарын үсэг зурснаас хойш их хэмжээний озон задалдаг бодисын хэрэглээг бууруулж эхэлсэн ба өнөө үед бараг зогсоогоод байна. Давхраат мандлын озоны давхарга эргэн нөхөгдөж эхлээд байна хэмээн бид бүхэн итгэлтэй байж болохоор болсон. Протоколд нэгдэн орсон Тал 197 улс орны хамтын хүчин чармайлтын хүчээр “озоны давхаргад бий болсон цоорхойг нөхөх” үйл ажиллагаа амжилттай хэрэгжиж байна.

Давхраат мандлын озоны давхаргын талаар яригдахад хамгийн түрүүнд бидэнд “Антарктид тив дээр бий болсон озоны цоорхойн” талаарх төсөөлөл дүрслэгдэн буудаг. Ийм төрлийн дүрслэлүүд нь байгаль орчныг хамгаалах ажлын дүр зураг болдог бөгөөд зарим тохиолдолд озоны давхаргын нимгэрэл нь алслагдсан буюу хүн ам тархан суурьшаагүй тивд ажиглагдаж байна гэсэн ойлголтыг төрүүлдэг. Антарктид тив, Антарктид тивд тархсан ан амьтдыг хамгаалах ажлын ач холбогдол нь маргаантай асуудал байж болох юм. Гэхдээ энэ нь озоны давхаргыг хамгаалах ажлын цорын ганц шалтгаан болсон уу?



© Ozone Watch

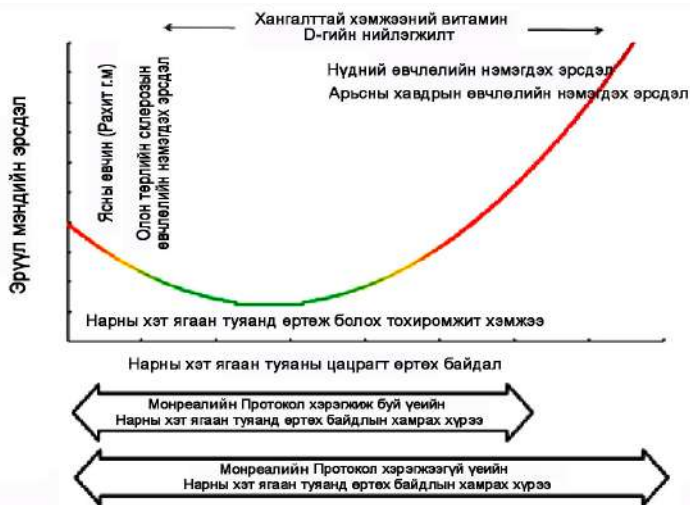
*Озоны давхаргын харагдах байдал*

Хүний эрүүл мэнд, ургац тариалалт, экосистемийг хамгаалах асуудлын талаар юу хийх ёстой вэ? Озоны давхаргыг хамгаалсанаар энэ бүх зүйлсийг хамгаалах боломжтой болох нь тодорхой бөгөөд харин хэрхэн хамгаалах вэ? Агаар мандлын өчүүхэн хэсэг болох озоны давхарга (саяны нэг хувиас ч бага) нь дээд агаар мандалд олон километрийн өндөрт тархсан байдаг тул хүн төрөлхтөн болоод дэлхий дээрх бусад амьд организмуудад хэрхэн нөлөө үзүүлэх вэ?

Хэдэн арван жилийн эрчимтэй судалгааны (Хүснэгт 1-ийг харна уу) үр дүнд давхраат мандлын озоны давхарга нь байгаль орчныг хэрхэн өөрчилдөг бөгөөд энэ нь хүний эрүүл мэндэд яаж нөлөөлдөг талаархи ойлголт нэгэнт тодорхой болоод байна.

Хүний эрүүл мэнд ба давхраат мандлын озоны давхаргын хомсдол хоорондын нягт уялдаа хамаарал нь озоны давхаргын нимгэрлээс үүдэлтэйгээр дэлхийн газрын гадарга орчимд нарны хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацраг нэмэгдсний үр дагавар юм.

Бид бүхэн нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллүүдийн талаар тодорхой хэмжээний ойлголттой болоод байна. Хэдэн сая жилийн туршид хүн төрөлхтөн нарны хэт ягаан туяаны ялгаатай түвшинд өртөж ирсэн бөгөөд нарны хэт ягаан туяаны хэт бага ба хэт их түвшний үзүүлэх ялгаатай нөлөөлөл хооронд тэнцвэржилт ажиглагддаг (Зураг 1). Хэрвээ бид бүхэн Монреалийн протокол амжилттай хэрэгжээгүй байсан бол озоны давхарга хэрхэн өөрчлөгдөж болох байсан талаар тодорхой хэмжээний ойлголттой болж байна. Мөн тус өөрчлөлт нь хүний эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөөлөх асуудлыг үнэлэх боломжтой болох юм.



Зураг 1. Нарны хэт ягаан туяа ба хүний эрүүл мэнд хоорондын “U” хэлбэрийн хамаарал. Нарны хэт ягаан туяанд өртөх байдлаас хамаарсан нарны хэт ягаан туяанд хэт бага өртөх (жишээлбэл, өвлийн улиралд өндөрлөг өргөргийн бүсэд) ба хэт их өртөх (жишээлбэл, зуны улиралд наранд их өртөх, ялангуяа нам өргөргийн бүсүүдэд) байдлын эрсдэл гэж байдаг. Бас нөгөө талаар Нарны хэт ягаан туяаг хэт бага хүртсэнээр ястай холбоотой зарим өвчлөл, олон төрлийн склероз (multiple sclerosis) мэтийн аутоиммун өвчлөл нэмэгдэх эрсдэлтэй. Озоны давхаргын нимгэрэлд хяналт тавиагүйн улмаас нарны хэт ягаан туяа их хэмжээгээр нэмэгдэх байсан бөгөөд арьсны хавдар, нүдний өвчлөлийн эрсдлийг нэмэгдүүлэх болно. Энэ талаар тус гарын авлагад дэлгэрэнгүй өгүүлэх болно.

1987 оноос хойш НҮБ-ын БОХ-ийн Байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын үнэлгээний хэсэг (БОНБҮХ/ЕЕАР) нь Монреалийн протоколын Талуудыг озоны давхаргын нимгэрлийн үзүүлэх нөлөөллийн талаарх судалгаанд гарсан дэвшилтэт асуудлын орчин үеийн бөгөөд мэргэжлийн үнэлгээгээр хангаж ирсэн. БОНБҮХ/ЕЕАР нь озоны давхаргын нимгэрэл болон нарны хэт ягаан туяаны өсөлтийн [1] усан орчны [2] болон хуурай газрын экосистем [3], байгальд явагдах эргэлт [4], агаарын чанар [5], барилгын материалд [6] үзүүлэх нөлөөллийг судалж үнэлдэг. Протоколын оролцогч Талууд тус бүрт озоны давхаргын нимгэрлээс хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл нь чухал асуудал байсаар ирсэн бөгөөд БОНБҮХ/ЕЕАР-ийн судалгаа, үнэлгээний мөн гол анхаарлын төвд байдаг [7]. Тус гарын авлагад 2015 онд хэвлэгдсэн БОНБҮХ/ЕЕАР-ийн хамгийн сүүлийн үеийн судалгаа, үнэлгээг өргөнөөр ашигласан болно [1-7].



# Нарны хэт ягаан туяаны цацраг: Давхраат мандлын озоны давхарга ба хүний эрүүл мэнд хоорондын үндсэн холбоо хамаарал

Нарны хэт ягаан туяаны хөнөөлт цацраг нь агаар мандал дах озоны давхаргын өөрчлөлт ба бид бүхний амьдарч буй орчин буюу дэлхийн газрын гадаргад бий болсон өөрчлөлт хоорондын хамаарал юм. Бидэнд харагдаж байдаг өдрийн гэрэл буюу хэт ягаанаас эхлээд нил улаан туяа хүртлэх солонгийн өнгө (Зураг 2) бол нарны гэрлийг бий болгож байдаг цацрагийн спектрийн багахан хэсэг юм. Нар нь радио долгионоос (урт долгионы/эрчим хүч багатай) гамма цацраг (богино долгионы/эрчим хүч өндөртэй) хүртэл олон тооны цацрагийг ялгаруулдаг. Нарны хэт ягаан туяаны цацраг нь хүний нүдэнд харагдахад хэт богино долгионы уртаас эхлээд түүнээс ч илүү богино долгионы урт хүртэл хэлбэлзэж байдаг.

Хэт ягаан туяаны хамгийн богино долгионыг С хэт ягаан туяа гэж нэрлэдэг (ихэвчлэн UVC гэж товчлон бичдэг). Сансрын огторгуй дахь нарны туяанд агуулагдах UVC нь агаар мандалд бүрэн шингээгдэж байдаг тул дэлхийн газрын гадарга хүртэл нэвтэрдэггүй байна.

Дэлхийн агаар мандал нь хэт ягаан туяаны хамгийн урт долгион буюу А хэт ягаан туяанд (UVA) үлэмж нөлөө үзүүлдэггүй. UVA туяа нь агаар мандал дахь озон болон бусад хийнүүдэд их хэмжээгээр шингээгдэхгүй тул дэлхийн газрын гадарга хүртэл нэвтэрч байдаг. Ихэнх амьтад UVA цацрагийг харж чаддаг бөгөөд UVA нь амьтдын зан чанарт чухал үүрэгтэй байдаг. Нярай хүүхдүүд UVA цацрагийг харах чадвартай байх магадлалтай гэж үздэг бөгөөд харин насанд хүрсэн хүнд үзэгддэггүй байна. Гэхдээ бид бүхэн UVA туяаны хүний арьсанд үзүүлэх нөлөөнөөс үүдэн болгоомжтой ханддаг. Цагаан арьстны борлох явцад нарны гэрлийн UVA туяа гол төлөв нөлөөлдөг. Удаан хугацаагаар наранд өртсөнөөр UVA туяа нь арьсыг хөгшрүүлж, арьсны бусад гэмтэл бий болоход нөлөөлдөг.

UVA ба UVC цацрагийн хооронд орших хэт ягаан туяаны нарийн бүсийг В хэт ягаан туяа гэж нэрлэдэг (UVB). Озоны давхарга нь UVB цацрагийг их хэмжээгээр шингээх тул озоны давхарга нимгэрсэнээр дэлхийн газрын гадаргад нэвтрэх UVB цацрагийн хэмжээ нэмэгддэг. Хувь хүний хувьд бид бүхэн UVB туяанд өртөхөөс болгоомжилж байх шаардлагатай болдог, учир нь UVB туяа нь наранд түлэгдэх явцад нөлөөлдөг нарны гэрлийн нэг хэсэг юм. Их хэмжээний UVB туяанд богино хугацааны туршид өртсөнөөр хэдхэн цагийн дотор наранд түлэгдэх явц өрнөдөг.

**Их хэмжээний UVB туяанд урт хугацааны туршид өртөх нь хүний эрүүл мэндэд ноцтой нөлөө үзүүлнэ.**



Зураг 2. Бидэнд харагдаж байдаг гэрэл буюу солонгийн өнгө нь нарны гэрлээс ялгарч байдаг цацрагийн багахан хэсэг юм. Хэрэв бид бүхэн солонгийн өнгөнөөс хэтрүүлэн харж чаддаг байсан бол хэт ягаан туяа мэтийн богино долгионы урттай цацрагууд нь солонгийн нил ягаан өнгийн бүслүүрийн доод хэсэгт нэмэгдэл бүслүүр байдалтай болж харагдана. Хэрэв хүнд “UV хараа” байдаг байсан бол А хэт ягаан туяа (UVA) нь нил ягаан өнгийн бүслүүрийн доор өөр нэг өнгийн бүслүүр болж харагдах байсан. Олон төрлийн шувууд, шавьж нь UVA туяаг харах чадвартай байдаг тул солонгийн өнгөнөөс гадна нэмэгдэл нэг өнгийг харж чаддаг бөгөөд тус өнгө нь бидний хараанд үзэгддэггүй байна. Үүнээс үзэхэд В хэт ягаан туяа (UVB) нь UVA туяан доор бас нэг бүслүүр болж харагдана гэсэн үг юм. Хэрэв бид UVB туяаг өнгө болгон харж чаддаг бол магадгүй солонгон дотроос озоны давхаргын нимгэрлийг олж харах боломжтой юм. Озоны давхаргын нимгэрэл нь UVB бүслүүрт нөлөөлж болох хэдий ч бусад өнгөнд нөлөөлөхгүй. UVB бүслүүр нь газрын гадаргад UVB цацраг нэвтрэхийн хирээр тод өнгөтэй болох юм.

## **Нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба хүний эрүүл мэнд: байгаль орчин, биологи, зан байдал**

Нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг авч үзэхэд озоны давхарга мэтийн байгаль орчны хүчин зүйлсээс гадна биологи (жишээлбэл, хэт ягаан туяаны ялгаатай долгионы уртын биологийн молекулуудад үзүүлэх нөлөө) болон хүний зан байдлын талаар авч үзэх шаардлагатай юм.

### **Байгаль орчин**

Нарны хэт ягаан туяа нь агаар мандлыг нэвтлэн Дэлхийн газрын гадарга орчимд хүрсэн тохиолдолд хүний эрүүл мэндэд нөлөө үзүүлнэ.

UVC цацраг нь Дэлхийн газрын гадаргад хүрдэггүй, озоны давхаргын нимгэрэл хэдий их болсон ч дэлхийн газрын гадаргад хүрэхгүй. Тиймээс UVC цацраг нь хүний эрүүл мэндэд нөлөө үзүүлэхгүй (гагнуурын хэрэгсэл, тусгай гэрэлтүүлэг зэрэг зохиомол эх үүсвэрээс ялгарсан тохиолдолд их хэмжээний хор хохирол учруулдаг).

Харин UVA ба UVB цацраг Дэлхийн газрын гадаргад нэвтэрэх тул хүний эрүүл мэндэд нөлөө үзүүлнэ.

### **Биологи**

UVA ба UVB цацрагийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөө нь тэдгээрийн шингээх чадвар болон биологийн молекулуудад үзүүлэх өөрчлөлттэй холбоотой байдаг. ДНХ, уураг зэрэг молекулуудын химийн шинж чанар нь онцлог байдаг бөгөөд тэдгээр нь UVA ба/эсвэл UVB цацрагийг шингээх чадвартай байдаг. Энэ нь зарим тохиолдолд тэдгээрийн үйл ажиллагаанд сөрөг нөлөө үзүүлдэг (Хүснэгт 2-ыг харна уу). Нарны хэт ягаан туяа нь үндсэн молекулд сөрөг нөлөө үзүүлснээр хүний эрүүл мэндэд нөлөөлнө. Гэхдээ нарны гэрэлд хүн бүрийн үзүүлэх хариу үйлдэл нь харилцан адилгүй юм. Бараан пигменттэй арьс нарны хэт ягаан туяанаас өөрийгөө тодорхой хэмжээгээр хамгаалж байдаг [7].

### **Зан байдал**

Наранд гарахдаа өөрсдийгөө хэрхэн хамгаалах вэ гэдэг нь хувь хүний өөрсдийн хийх сонголт байдаг. Хэрэв бид бүхэн наранд их хэмжээгээр өртөөд байхгүй бол нарны хэт ягаан туяаны цацраг бидний эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлөхгүй гэсэн үг. Хэрэв бид дотоод орчин эсвэл сүүдэрт байх нөхцлийг сонговол, ялангуяа нарны хэт ягаан туяаны эрчимшил өндөр байдаг үдийн цагаар наранд өртөхгүй байвал арьсны хавдар, нүдний болор цайх өвчлөл зэрэг нарны хэт ягаан туяанд хэт өртсөнтэй холбоотой үүсдэг өвчний эрсдлийг бууруулж чадна. Эсрэгээр нь наранд биеэ шарах зэргийг эрхэмлэн наранд их хугацаа зарцуулах тохиолдолд нарны хэт ягаан туяанд хэт өртөх эрсдлийг нэмэгдүүлдэг. Мөн хувцас, малгай зэрэг нарнаас хамгаалах хэрэгсэл хэрэглэж занших нь дээрх эрсдлийг бууруулахад тустай юм.



ДНХ-ийг удамшил дамжуулдаг “генетик код” гэдгээр нь илүү сайн мэддэг. ДНХ нь бидний бие организмын эс тус бүрийн зүй зохистой үйл ажиллагаа явагдах “зааварчилгаа” болдог. Хэрэв тус зааварчилгаа алдагдсан тохиолдолд эс мөхөж эсвэл үйл ажиллагаа нь алдагдана. Энэ нь эс нарны хэт ягаан туяанд, ялангуяа UVB цацрагт өртөхөд мөн адил тохиолдоно. ДНХ-ийн зарим химийн бүтэц нь UVB цацрагийг шингээдэг. Ингэснээр ДНХ-ийн бүтэц, үйл ажиллагаа алдагдана.

Зарим тохиолдолд UVB цацрагаас үүдэлтэй ДНХ-ийн гэмтэл нь хүчтэй байж эсийг үхүүлдэг, гэхдээ хүний биеийн эс богино хугацаанд дахин төлждөг. ДНХ-ийн гэмтэл эргэн нөхөгдөж (бидний биеийн эсэд үүнийг явуулах олон янзын арга замууд бий), эс хэвийн үйл ажиллагаагаа үргэлжлүүлэн явуулна. Харин ДНХ-ийн гэмтэл бүрэн нөхөгдөхгүй эс амьд үлдсэн тохиолдолд хүний эрүүл мэндэд аюул учруулна. Энэ нь тухайн гэмтлээс шалтгаалах бөгөөд тэр болгон шууд нөлөө үзүүлэхгүй. Харин тухайн эсийн ДНХ дахин гэмтэхэд, магадгүй нарны хэт ягаан туяанд илүү өртсөнөөр, эсвэл бусад физик, химийн хүчин зүйлсийн нөлөөгөөр тус гэмтэл нь эсийн бүтцийг өөрчилж улмаар хавдар үүсгэх аюултай.

Хэрэв ДНХ нь эсийн “зааварчилгаа”-ны үүргийг гүйцэтгэдэг юм бол уураг нь мөн чухал үүрэгтэй байна. Нарны хэт ягаан туяаны хүний арьсны хөгшрөлтөнд үзүүлэх нөлөө нь арьсны бүтцийг тэтгэж байдаг уурагт шууд гэмтэл учруулсантай холбоотой юм. Нүдний болор цайх өвчлөл нь мөн л нарны хэт ягаан туяаны уурагт учруулсан гэмтэлтэй холбоотой бөгөөд энэ тохиолдолд нүдний болорын уурагт нөлөөлнө гэсэн үг юм.

Уг нь Нарны хэт ягаан туяа нь хүний биеийн арьсанд витамин Д нийлэгжих явцад чухал үүрэгтэй. Тиймээс витамин Д-г “нарны гэрлийн витамин” ч гэж нэрлэдэг. Бид витамин Д-г зарим хоол хүнснээс авдаг (загасны мах), мөн зарим хоол хүнсэнд үйлдвэрлэлийн явцад нэмэлт байдлаар хийж өгдөг. Гэхдээ дэлхийн хэмжээнд олонх хүн амын хувьд нарны гэрлийн нөлөөгөөр хүний биеийн арьсанд витамин Д нийлэгжих явц нь бидний эрүүл мэндэд чухал хэрэгцээт витамин Д-г бүрдүүлж өгдөг.

“Дэлхийн хэмжээнд жил бүр  
арьсны хавдрын өвчлөлийн  
2-3 сая тохиолдол шинээр  
бүртгэгддэг байна”



# Арьсны хавдар дэлхий нийтийг хамарсан эрүүл мэндийн хурц асуудал мөн

Арьсны хавдар нь цорын ганц өвчин эмгэг биш бөгөөд тус өвчний тохиолдлын ихэнх нь суурь-базал эсийн өмөн үү (basal cell carcinoma), дундад давхаргын эсийн өмөн үү (squamous cell carcinoma) (энэ хоёрыг хамтад нь меланомын бус арьсны хавдар гэж үздэг), хортой меланом гэсэн гурван төрлийн өвчлөлийн аль нэг нь байдаг (3 дугаар хүснэгтээс дэлгэрэнгүй мэдээллийг авч болно). Дэлхийн хэмжээнд жил бүр арьсны хавдрын өвчлөлийн 2-3 сая шинэ тохиолдол бүртгэгддэг байна. Энэ нь арьсны хавдрын өвчлөл нь шинээр тохиолдож буй нийт хавдрын өвчлөлийн 1/3-ийг эзэлж байна гэсэн үг юм. Арьсны хавдар нь зарим цагаан арьстай хүн амын дунд хамгийн элбэг тохиолддог хавдрын өвчлөлд тооцогддог.

Сүүлийн хэдэн арван жилийн хугацаанд арьсны хавдрын өвчлөл мэдэгдэхүйц хэмжээгээр өссөн. Арьсны хавдрын өвчлөлийн өсөлт нь дэлхий нийтийг хамарсан үзэгдэл болж байгаа бөгөөд ялангуяа пигмент багатай арьстай хүн амыг хамарч байна. 1960-аад оноос хойш меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөлийн тохиолдол зарим улс орнуудад 2 дахин нэмэгдээд байна. Хортой меланомын өвчлөлийн (энэ нь олон нийтийг хамарсан эрүүл мэндийн тоо баримтад илүү тодорхой тусгагдсан байдаг) тохиолдолын өсөлт илүү тодорхой харагдаж байна. **1960-аад оноос хойш хортой меланомын өвчлөлийн тохиолдол шар арьстай хүн амын хувьд 10-20 жил тутамд хоёр дахин нэмэгдсээр байна [7].** Хортой меланомын өвчлөл ийнхүү нэмэгдэж буй нь тэдгээрийг үүсгэж буй шалтгааны талаарх ноцтой асуудал болж байна.

## Арьсны хавдрын өвчлөл ба хэт ягаан туяаны цацраг (UV)

Хэт ягаан туяаны цацраг (UV) ба хортой меланомын болон меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөлийн өсөлт нь өөр хоорондоо хамааралтай болохыг зарим баримтуудаар нотлож байна [7].

- Хортой меланомын болон меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөлийн тохиолдол нь нарны хэт ягаан туяаны цацраг хамгийн эрчимтэй байдаг нам өргөрөгт оршдог шар арьстай хүн амд илүүтэй нэмэгдэж байна.
- Меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөлийн зарим хэлбэрүүд нь нүүр, хүзүү, гарын шуу болон наранд өртөмтгий биеийн хэсгүүдэд гол төлөв тохиолддог.
- Бага насны хүүхдэд хортой меланомын өвчлөл нь гар, хөл, их бие хэсэгт гол төлөв тохиолддог. Сүүлийн хэдэн арван жилд хортой меланомын өвчлөлийн өсөлт нь шар арьстай хүн амд гол төлөв их биеийн хэсэгт тохиолддог байна. Эдгээр ажиглалтаас үзэхэд хортой меланомын өвчлөлийн тохиолдлын гол хүчин зүйл нь нарны эрчимшил өндөртэй хэт ягаан туяаны цацрагт өртөж байгаатай холбоотой. Мөн нарны эрчимшил өндөртэй хэт ягаан туяаны цацрагт өртөх явдал нь зарим меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөл бий болох гол хүчин зүйл болж байна.

**Хортой меланомын өвчлөл**

Нийт арьсны хавдрын өвчлөлийн 4-5% орчмыг л хортой меланомын өвчлөл эзэлдэг бөгөөд (Зураг 3) уг өвчнийг эрт оношилсоноор бүрэн эмчлэх боломжтой байдаг. Гэвч хортой меланомын өвчлөлийг эмчлэхгүй орхигдуулбал биеийн бусад хэсгээр тархах аюултай. Хортой меланомын өвчлөл нь арьсны хавдрын нийт өвчлөлийн 5% орчмыг эзэлдэг хэдий ч энэ нь арьсны хавдраас үүдэлтэй нийт нас баралтын 75-80% орчмыг эзэлж байна. Хортой меланомын өвчлөл нь цагаан арьстай хүн амын дунд илүүтэй элбэг тохиолддог хэдий ч шар/бор арьстай хүн амд ч мөн адил тохиолдоно. АНУ-д гаргасан тоо баримтаас үзэхэд хар арьстан Америк хүмүүст тохиолдох хортой меланомын өвчлөл нь цагаан арьстан Америк хүмүүсийнхтэй харьцуулахад ойролцоогоор 20 дахин бага байна. Гэвч меланомын өвчлөлийн эхэн үеийн шинж тэмдгийг шар/бор арьстай хүмүүст илрүүлэхэд илүү бэрхшээлтэй байдаг тул тус өвчнийг нилээд хүндэрсэн үе шатанд нь илрүүлэх магадлалтай бөгөөд бүрэн төгс эмчилгээг явуулах боломж буурдаг байна.



*Зураг 3. Хортой меланомын өвчлөлийг зургаар үзүүлэв.*

**Суурь-базал эсийн өмөн үү болон дундад давхаргын эсийн өмөн үү**

Нийт арьсны хавдрын өвчлөлийн 95% орчмыг “меланомын бус арьсны хавдар” эзэлдэг бөгөөд суурь-базал эсийн өмөн үү, дундад давхаргын эсийн өмөн үүг багтааж үздэг. Суурь-базал эсийн өмөн үүгийн өвчлөл нь дундад давхаргын эсийн өмөн үүгийн өвчлөлөөс 3-4 дахин элбэг тохиолддог. Меланомын бус арьсны хавдар нь хортой меланомын өвчлөлөөс харьцангуй элбэг тохиолддог хэдий ч үхэлд хүргэх аюул бага байна. Гэвч меланомын бус арьсны хавдар нь хүний эрүүл мэндэд муугаар нөлөөлж, амьдралын идэвхийг сулруулах аюултай. Меланомын бус арьсны хавдрыг эмчлэх хагалгаа хийлгэх нь түвэгтэй бөгөөд гоо сайханд сөрөг нөлөөтэй байдаг. Меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөл нь хортой меланомын өвчлөлийн адил шар/бор арьстай хүн амд харьцангуй цөөн тохиолддог. Гэвч меланомын бус арьсны хавдрын илрэх үе шат нь шар/бор арьстай хүмүүсийн хувьд харьцангуй хожуу байх бөгөөд энэ нь тус өвчнийг илүү хүндрүүлж, амь насанд нь аюул учрах магадлалыг өндөрсгөдөг байна.

Нарны туяанд их өртөх, ялангуяа бага насандаа их өртөх нь наранд хүчтэй түлэгдэх явцыг үүсгэх ба энэ нь хожим үед хортой меланомын өвчлөл бий болох үндсэн хүчин зүйл болдог. Энэ нь нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба арьсны хавдрын өвчлөл хоорондын холбоо хамаарлыг тодотгон харуулж байна. **Нарны хэт ягаан туяанд анх өртөж гэмтсэн байдал ба арьсны хавдрын өвчлөл эхлэсэн цаг хугацааны хооронд нилээд хэдэн жил юмуу хэдэн арван жилийн хугацааны зай байдаг.** Өөрөөр хэлбэл одоо үед тохиолдоод байгаа хортой меланомын өвчлөл нь 1 юмуу 2 жилийн өмнө нарны хэт ягаан туяанд өртөж гэмтсэнтэй холбоотой биш, харин энэ нь 20 жил юмуу түүнээс дээш жилийн өмнө нарны хэт ягаан туяанд өртөж гэмтсэнтэй холбоотой болж байгаа юм. Тус цаг хугацааны хувьд илэрч буй ялгаа нь сүүлийн хэдэн арван жилд арьсны хавдрын өвчлөл өсөн нэмэгдэж буй үйл явцыг тодорхойлоход чухал болж байгаа юм [7].

**Арьсны хавдрын өвчлөл нь нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн түвшин ба нарны цацрагийн шинж чанарт сүүлийн үед бий болж буй өөрчлөлтүүдтэй холбоотой болох нь**

Озоны үе давхаргын нимгэрэл бий болсонтой холбоотой нарны хэт ягаан туяаны цацраг нэмэгдэх явц нь Монреалийн протокол амжилттай хэрэгжиж байгаагийн үр дүнд харьцангуй бага тохиолдож байсан. Чухамдаа дэлхийн хүн ам төвлөрөн амьдардаг хэсгүүдэд үүл болон бусад хүчин зүйлүүдээс үүдэлтэй нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн үндсэн өөрчлөлтөөс хамааран нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн нэмэгдсэн байдлыг хэмжих явцад хүндрэл тулгарч байсан [1].

Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлж эхлээгүй бол гараг дэлхий маань маш өөр ертөнц буюу “хуучин Дэлхий гараг” болох байлаа (доор дурдсан хэсгээс харна уу). Монреалийн протокол амжилттай хэрэгжиж байгаа хэдий боловч арьсны хавдрын өвчлөлийн нэмэгдсэн байдлыг бас озоны үе давхарга нимгэрэх үйл явцад хяналт тавигдаагүй асуудалтай холбоотой хэмээн тайлбарлах боломжгүй юм. Тиймээс сүүлийн хэдэн арван жилд өсөн нэмэгдэж буй арьсны хавдрын өвчлөлд юу нөлөөлж байна вэ?

Тус арьсны хавдрын өвчлөл нэмэгдэж буй явцын зарим нэг хэсэг нь арьсны хавдрын өвчлөлийн талаарх олон нийтийн ойлголт мэдлэг өргөжсөнтэй холбоотой байж болох юм. Хэвлэл мэдээллийн хэрэгслүүдээр озоны үе давхаргын нимгэрлийн талаар олон нийтэд мэдээлэл эрчимтэй хүргэх болсны үр дүнд олон нийтийн ойлголт, мэдлэг сайжирсан бөгөөд улмаар арьсны хавдрын өвчлөлийг эрт оношилж эмчлүүлж байгаа зэрэг нь олон хүний амь насыг аврах боломжтой байх магадлалтай юм.

Ийнхүү арьсны хавдрын өвчлөл нэмэгдэх явц нь дан ганц өвчтөний тоо бүртгэлд гарсан өөрчлөлттэй холбоотой бус. Харин тус өвчлөлийн давтамж бодитоор нэмэгдсэн байна. Сүүлийн хэдэн арван жилд арьсны хавдрын өвчлөл өсөх томоохон хүчин зүйл бол хүн амын зүгээс нартай үед биеэ хэрхэн авч яваа арга барилд гарсан өөрчлөлттэй холбоотой байна [7]. Сүүлийн хагас зууны туршид хүн төрөлхтөний зан үйлд гарсан өөрчлөлт нь тэднийг наранд илүү ихээр өртөх нөхцлийг бий болгосон бөгөөд эдгээрээс дурьдвал:

- Шар арьстай хүн ам нь наранд арьсаа борлуулахыг илүүд үзэх болсон бөгөөд тэдгээр нь нарны туяанд өртөж гэмтэхдээ илүү хялбар байдаг;
- Хувцаслалт болон нарны малгайны хэрэглээнд гарсан өөрчлөлт нь хүний биеийн арьсыг нарны туяанд илүү ил, өртөмтгий болгосон;
- Хүн төрөлхтөний чөлөөт цагаа өнгөрөөх арга хэлбэрт бас өөрчлөлт гарч, наранд их цагийг өнгөрөөхийг илүүтэй үзэх болсон. Тухайлбал нарны хэт ягаан туяаны эрчимшил өндөртэй бүсүүдэд (тухайлбал, халуун дулаан оронд очиж амрах, наранд шарах г.м. – Ц.А.) амралтын цагаа өнгөрөөх болсон зэрэг багтаж байна.

Дээрх бүх өөрчлөлтүүд нийлж хүн амын нарны хэт ягаан туяанд өртөх нөхцлийг нэмэгдүүлж, улмаар арьсны хавдрын өвчлөлд хүргэх болжээ. Олон нийтийн эрүүл мэндийн төлөөх аянууд нь нарны туяанаас хамгаалах талаарх мэдлэг боловсролыг нэмэгдүүлэх ач холбогдолтой боловч хэдийгээр хүн төрөлхтөний зан үйлийг тэр болгон өөрчилж чаддаггүй билээ.

**Хүн төрөлхтөний чиг хандлага, зан үйлийг (Хүснэгт 4-өөс харна уу) өөрчлөх удаан хугацааны хүчин чармайлтыг бий болгох нь озоны үе давхаргад цаашид гарч болох өөрчлөлтөөс хамааралгүйгээр олон нийтийн эрүүл мэндийн төлөөх асуудал нэн тэргүүнд тавигдаж байгаа юм.**







1990-ээд оны эхэн үед озоны давхаргад учирч буй аюул, арьсны хавдрын өвчлөлийн өсөлтийн тоо баримтыг тодорхой болгох зорилгоор Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага (WHO) болон бусад бүлгүүд нэгдэн INTERSUN хөтөлбөрийг бий болгосон. INTERSUN хөтөлбөрийн зорилго нь:

- Нарны хэт ягаан туяаны хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх нөлөөллийн талаар мэдээлэл, зөвлөгөө, шинжлэх ухааны үндэслэл бүхий таамаглал зэргээр хангах;
- Нарны хэт ягаан туяаны нөлөөгөөр хүний эрүүл мэндэд нөлөөлж болзошгүй эрсдлийг бууруулах арга хэмжээг авах асуудалд улс орнуудыг дэмжих;
- Нарны хэт ягаан туяатай холбоотой олон нийтэд мэдлэг олгох хөтөлбөрүүдийг үр дүнтэй явуулах талаар үндэсний хэмжээний удирдлагууд болон агентлагуудад зааварчилгаа өгөх.

Монреалийн протоколын амжилттай хэрэгжилтийн үр дүнд нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн их хэмжээний өсөлтөөс сэргийлж чадаж байгаа бөгөөд INTERSUN хөтөлбөрийн үйл ажиллагаа мөн олон улсын түвшинд чухал байр суурьтай байна. Наранд өртөх байдлын хувьд хувь хүний өөрсдийн хийх сонголт чухал байдаг тул энэ талаарх мэдлэг боловсрол, мэдээлэл олгох нь үндсэн зорилтууд болж байна.

INTERSUN хөтөлбөр нь UV индексийг нарны хэт ягаан туяаны хүний эрүүл мэндэд нөлөөлж болох эрсдлийг хэмжих хэмжүүр болгон ашиглахыг дэмжин ажилладаг (Хүснэгт 7).

UV индекс нь 1-12 гэсэн энгийн тооллыг ашигладаг (сүүлийн үед 1-15 гэсэн тоолол руу шилжүүлэн халуун орны уулсын нарны хэт ягаан туяаны түвшинг илэрхийлэхэд ашиглаж байна). UV индексийг ашиглан тухайн өдөр болон улирал, өргөрөг, мөн үүлшилт зэргээс хамаарсан нарны хэт ягаан туяаны өөрчлөлтийг илэрхийлж болно. Эдгээрт үндэслэн хувь хүмүүс наранд ямар хугацааг зарцуулах, нарнаас хамгаалах хувцас, нарны хамгаалалтаа хэрхэн тохируулах талаар сонголтоо хийхэд тустай юм.

Хувь хүмүүсийн нарны туяанд өртөх байдалдаа хэрхэн зөв сонголт хийхэд нь туслахад үр дүн бүхий мэдлэгийг олгох явдал чухал байна. INTERSUN нь хүүхдүүдэд зориулсан боловсролын хөтөлбөрийг чухалчилж үздэг бөгөөд учир нь бага насандаа нарны хэт ягаан туяанд ихээр өртөх нь хожим хортой меланомын болон зарим меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөлийг үүсгэх гол хүчин зүйл болдог.

Жишээлбэл, INTERSUN нь хүүхдүүд, багш нар, эрүүл мэнд хариуцсан мэргэжилтнүүд, мөн нарны туяанд ихээр өртдөг аврагч нарт тусгайлан зориулсан хөтөлбөрийг хэрэгжүүлдэг.

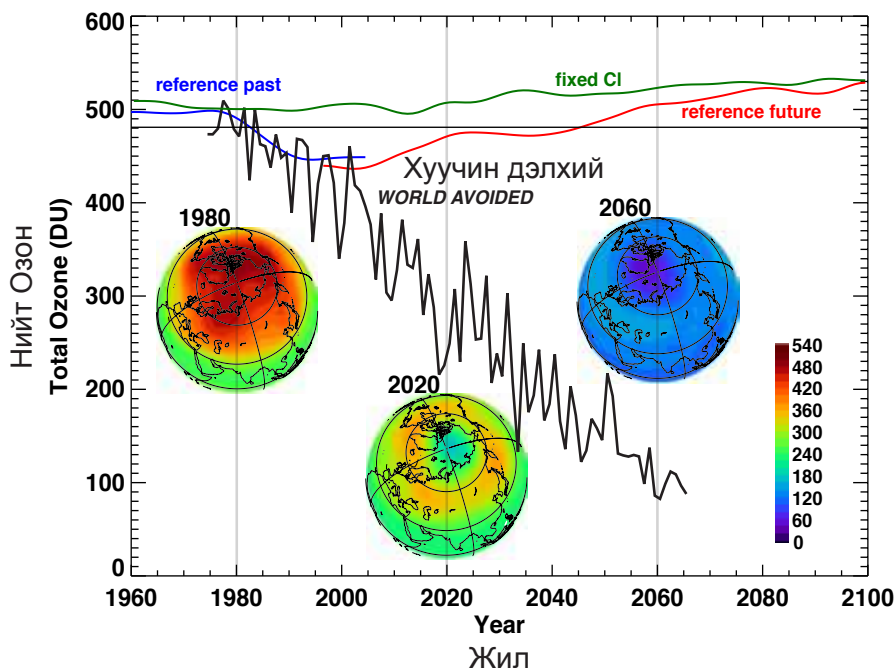
# Монреалийн протокол ба озоны давхаргын ирээдүйн төлөв байдал: Бидний амьдарч буй дэлхий гараг ба хуучин дэлхий гараг

2014 онд НҮБ-ын БОХ-өөс озоны давхарга эргэн нөхөгдөж байна гэж мэдэгдсэн [8]. 21-р зуунд болж буй дэлхийн озоны давхаргын эргэн нөхөгдөх явцыг бид бүхэн харж эхлээд байна [1,8]. Озон задалдаг бодисын (ОЗБ) хяналтыг үр дүнтэй үргэлжлүүлсэнээр уур амьсгалд гарч буй өөрчлөлтүүд нь озоны давхаргад нөлөөлж буй гол давамгайллагч хүчин зүйл болж байгааг тогтоосон юм. Озоны давхарга цаашид эргэн нөхөгдөж улмаар 1960-аад он болон түүнээс өмнөх үед ажиглагдсан түвшингээс давсанаар дундад өргөргийн бүсүүдэд “супер-эргэн нөхөгдөх байдлыг” бид бүхэн ажиглаж болох магадлалтай юм [1,8].

Бидний амьдрах энэхүү ирээдүйн нөхцөл байдал нь анх озоны давхаргын нимгэрлийг олж илрүүлсэн үед боломжтойд тооцогдож байсан цорын ганц ирээдүй байгаагүй юм. Мөн агаар мандлын болон уур амьсгалын зарим загварчлалын аргуудаар озоны давхаргын ирээдүйн нөхцөл байдлыг таамаглах боломжтой болсон бөгөөд Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй байсан нөхцөлд буюу “хуучин Дэлхий гараг”-ийн үед озоны давхарга хэрхэн яаж өөрчлөгдсөн байх байсан бэ гэдгийг мөн адил загварчлах боломжтой байна.

Үнэн хэрэгтээ “хуучин Дэлхий гараг” байх үеийн озоны давхаргын талаарх хэд хэдэн загварууд гарсан байдаг [1]. Эдгээр загварууд нь бага зэргийн өөр арга зүй, нөхцлийг ашигладаг хэдий боловч бүх загварууд нь ОЗБ-ын тархалтын нөлөө бүхий ямар ч хяналтгүйгээр озоны давхаргад бий болж болох байсан ноцтой өөрчлөлтүүд буюу түүний хомсд лыг илэрхийлж байдаг. Эдгээр нь озоны давхаргад бий болсон алдагдлыг илэрхийлэх бөгөөд тус алдагдал нь цаг хугацааны явцад улам эрчимжиж, улмаар манай Дэлхий гарагийг бүхэлд нь хамарч болох байсан гэдгийг харуулж байна (Зураг 4). Ялангуяа озоны давхаргын их хэмжээний цооролт нь туйлын бүсэд илүүтэй хамааралтай үзэгдэл юм гэсэн өнөө үеийн үзлээс харахад халуун орны бүсэд таамаглагдсан өөрчлөлтүүд анхаарлыг ихээр татаж байна.

**Халуун орны озоны давхарга нь тус зууны дунд үе хүртэл харьцангуй хэвийн хадгалагдан үлдэж, улмаар хурдацтай буурна хэмээн загваруудын тусламжтайгаар илэрхийлсэн байдаг.**



Зураг 4. “Хуучин Дэлхий гараг” сценарийн үүднээс 21-р зуунд бий болсон озоны давхаргын цооролт. Дээрх өгөгдлүүд нь “хуучин Дэлхий гараг” дэхь дэлхийн бөмбөрцгийн хойд хагас орчмын 4 дүгээр сарын үеийг хамарч байна. Жишээлбэл, Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй нөхцөл байдал (хар өнгөөр үзүүлэв) ба Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлж буй ирээдүйг харуулав (улаан өнгөөр үзүүлэв). Дээрх 2 нэмэлт зураасаар 1960 он ба 2005 он (цэнхэр) хоорондын озоны давхаргын байдлыг харуулсан бөгөөд ОЗБ-ын хэрэглээ 1960 оны (ногоон) түвшингээс хэтрээгүй үеийн тохиолдлыг харуулав. Нэмэлт өнгүүдээр 1980, 2020, 2060 онууд дахь озоны давхаргын газарзүйн тархалтыг харуулав (Добсон нэгжээр илэрхийлсэн). 2060 оны байдлаарх давхраат мандлын озоны давхрагын дэлхийн хэмжээний бууралт. *Newman* нарын зөвшөөрөлтэйгээр хуулбарлан ашиглав, 2009 [9].

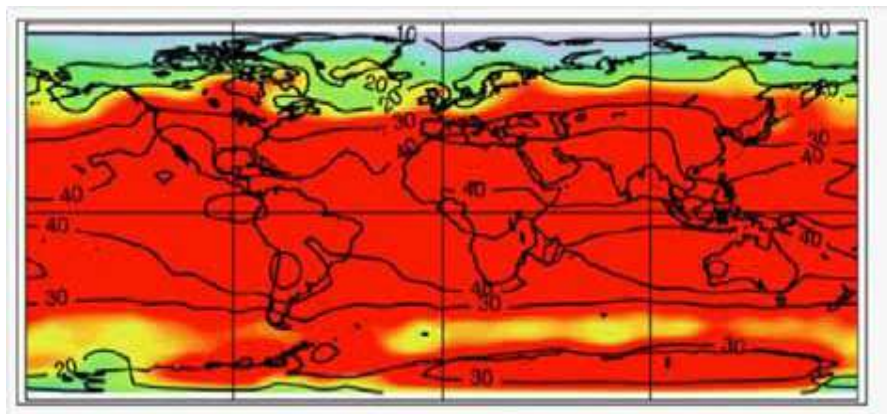


**“Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлснээр 2100 оны үед зөвхөн АНУ-ын хэмжээнд арьсны хавдрын өвчлөлийн 300 сая орчим тохиолдлоос сэргийлсэн байх болно”**

Дэлхийн хэмжээний озоны давхаргын энэхүү бууралтаас үүдэлтэй үр дагавар нь хэт ноцтой байх байлаа. UV индексээс харахад (Хүснэгт 7-г харна уу) манай гарагийн ихэнх хэсгүүдэд бидний өртөж буй нарны хэт ягаан туяаны хэлбэлзэл 0-12 гэсэн ангилалд багтдаг. Халуун орны өндөрлөг газруудад, жишээлбэл Андес орчимд UV индекс 15-д хүрдэг. Зарим газруудад ховор тохиолдлоор богино хугацааны туршид UV индекс 25-д хүрдэг байна. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагаас UV индекс 10-аас хэтэрсэн тохиолдолд “нарны хамгаалалтгүй нарны туяанд өртсөний улмаас эрүүл мэндэд ноцтой эрсдэл учирна” хэмээн үздэг. Үүнийг гол төлөв “нарны туяанаас арьс болон нүдээ хамгаалаагүй тохиолдолд богино хугацаанд түлэгдэх аюултай” гэсэн сэрэмжлүүлэг дагалдаж байдаг. Тус 0-12 ангилал нь “хуучин Дэлхий гараг”-ийн загваруудын таамаглалд шаардлагатай нөхцөл болж байна.

**Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй байсан бол манай гарагийн хүн ам тархан суурьшсан газар нутгуудын ихэнх хэсэгт UV индексийн утга 25-аас давсан байх байжээ.** (Зураг 5)

Халуун орны нам дор газруудын хувьд UV индекс 50-иас илүү гарч, UV индексийн “ноцтойд” тооцогдож буй хэмжээнээс даруй 4 дахин илүү давах байжээ. Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлж эхлээгүй байсан бол UV индексийн утга ноцтой хэмжээнд хүрч, хүн төрөлхтөн түүхэн хөгжлийн үе шатыг туулах хувьгүй байх байжээ. “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн энэхүү урьд өмнө ажиглагдаж байгаагүй их хэмжээний UV индекс нь арьсны хавдрын өвчлөл болон хүний эрүүл мэндэд эрс сөргөөр нөлөөлөх байсан нь тодорхой харагдаж байна.



Зураг 5. “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн UV индекс. Тус өгөгдлүүдээр Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлээгүй үе буюу “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн 2090 оны байдлаарх UV индексийг (Хүснэгт 7-г харна уу) харуулав.

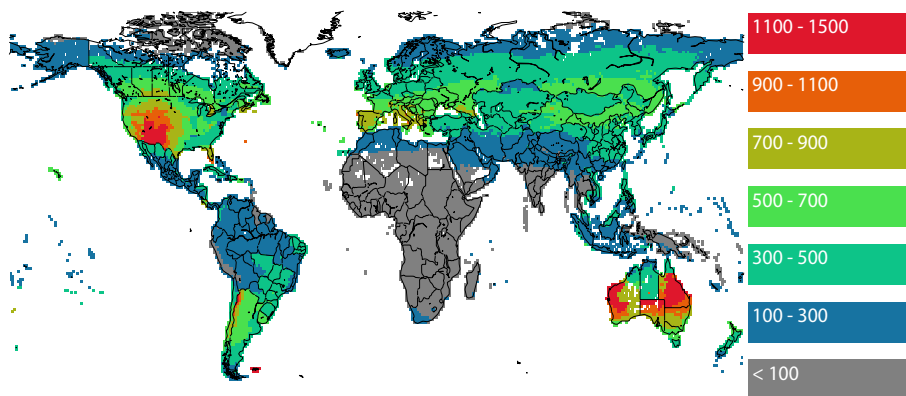
Улаан өнгөөр харуулсан бүсүүдэд UV индекс нь манай дэлхийд ажиглагдсан UV индексийн хамгийн их утгаас (UV индекс нь 25 орчим. Ховор тохиолдлоор Андес орчмын өндөрлөг газруудад UV индекс нь 25-д хүрдэг) давсан байна. Егорова нарын зөвшөөрөлтэйгээр хуулбарлан ашиглав, 2013 [10].



## “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн арьсны хавдрын өвчлөл

Озон задалдаг бодисын тухай Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй манай Дэлхий гараг дэх давхраат мандлын озоны давхарга болон UV индекс хэрхэн өөрчлөгдсөн байх вэ гэдгийг загварчлах аргууд нэмэгдсэн байна [1,8]. 1990-ээд оноос хойш эдгээр загварын аргууд нь “Хуучин Дэлхий гараг” дах арьсны хавдрын өвчлөлийн тохиолдлын тоо баримтыг тодорхойлохын тулд нарны хэт ягаан туяаны цацрагт өртөх байдал ба арьсны хавдрын өвчлөлийн эрсдэл хоорондын хамаарлыг хамтатган авч үзэх болсон.

Голланд улсын нийгмийн эрүүл мэнд ба байгаль орчны үндэсний хүрээлэн нь өөрсдийн өмнө гаргасан загварууд дээр суурилсан сүүлийн үеийн нэг загварын аргыг [11] ашиглан “Хуучин Дэлхий гараг” дах арьсны хавдрын өвчлөлийн тоо хэрхэн өөрчлөгдөх байсан бэ гэдгийг тооцож гаргасан байдаг (Зураг 6). Тус судалгаагаар [11] **Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлсний үр дүнд 2030 оны байдлаар дэлхийн хэмжээнд жил бүр арьсны хавдрын өвчлөлийн 2 сая орчим тохиолдлоос сэргийлэх боломжтой болно гэж дүгнэжээ.** Тус загвар нь 2030 оноос хойших хугацааг хамраагүй бөгөөд энэ зууны туршид арьсны хавдрын өвчлөлд нөлөөлөх нөлөөлөл 2030 оны байдлаар таамагласан нөхцлөөс нэмэгдээгүй тохиолдолд 2100 оны байдлаар нийт арьсны хавдрын өвчлөлийн 150 сая орчим тохиолдлоос сэргийлэх боломжтой болох юм.

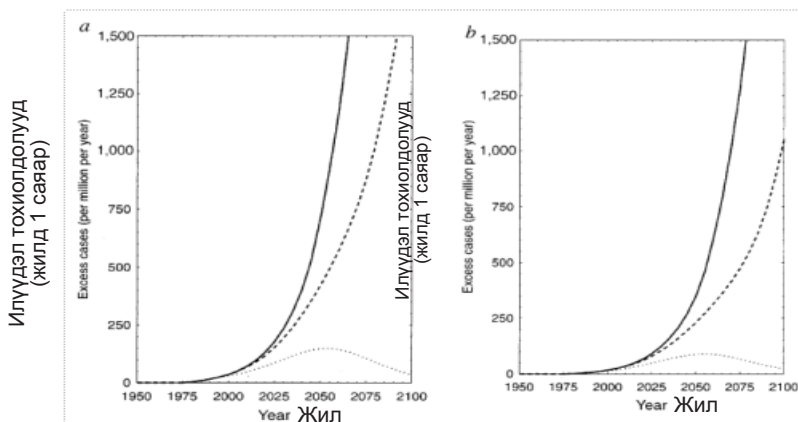


Зураг 6. Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй үеийн 2030 оны байдлаарх арьсны хавдрын өвчлөлийн загварчилсан тооцоолол. Дээрх өгөгдлүүдээр 1 жилд 1 сая хүнд шинээр тохиолдох өвчлөлийн тоог харуулав. Van Dijk нарын зөвшөөрөлтэйгээр хуулбарлан ашиглав, 2013 [11].



UVB цацрагт анх өртөж арьс гэмтсэн үе ба арьсны хавдрын өвчлөлийн илрэх хугацааны хооронд хэд хэдэн жил юмуу хэдэн арван жилийн хугацаа байдаг (өмнөх хэсгүүдээс харна уу). Үүнээс үзэхэд 2030-аад оны байдлаар урьдчилан тооцоолсон арьсны хавдрын өвчлөлийн нэмэгдсэн тохиолдол нь 1990-ээд оны сүүлч, 21-р зууны эхэн үеийн хэдэн жилүүдийн хугацаанд нарны хэт ягаан туяанд өртөж гэмтсэний үр дагавар байх өндөр магадлалтай юм. Энэ цаг хугацаа нь “Хуучин Дэлхий гараг”-д 21-р зууны дунд үед ажиглагдах озоны давхаргын томоохон хэмжээний нимгэрэл бий болох үйл явцын өмнө тохиолдож байгаа юм.

Зарим бусад загварын аргууд нь арьсны хавдрын өвчлөлийг бууруулахад Монреалийн протоколын үзүүлэх урт хугацааны ач холбогдлыг тооцсон боловч энэ нь зөвхөн дэлхий гарагийн зарим хэсгийг л хамарсан байдаг. Энэ төрлийн анхны загвар нь 1996 онд бүтээгдсэн байдаг [12]. Тус судалгаагаар 2100 он хүртлэх арьсны хавдрын өвчлөлийн өөрчлөгдөх явцыг харуулсан бөгөөд зөвхөн АНУ болон баруун хойд Европыг хамруулж үзсэн байдаг. Тус загвараар озоны давхаргыг хамгаалах үйл ажиллагааг амжилттай хэрэгжүүлэхгүй бол арьсны хавдрын өвчлөлийн тоо эрчимтэй нэмэгдэнэ гэж тооцсон. Арьсны хавдрын өвчлөлийн өсөлт нь 21-р зууны эхний арван жилүүдийн хугацаанд харьцангуй бага байж улмаар хурдацтай нэмэгдэх хандлагатай байна. (Зураг 7). **Монреалийн протоколын амжилттай хэрэгжилтийн үр дүнд 2100 оны байдлаар АНУ болон баруун хойд Европын хэмжээнд жил бүр арьсны хавдрын өвчлөлийн 2 сая орчим тохиолдлоос сэргийлэх боломжтой болно гэж үзсэн.**



Зураг 7. Монреалийн протоколыг ерөөсөө хэрэгжүүлээгүй үе буюу “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн үеийн АНУ (а) болон баруун хойд Европын (b) хэмжээнд арьсны хавдрын өвчлөлийн нэмэгдэх явцыг загварчилсан тооцоолол (Протоколын бүрэн хэрэгжилтийг суурь шугамтай харьцуулан харуулав). 2030 оныг сумаар харуулав. Арьсын хавдрын өвчлөлийг дэлхийн хэмжээгээр харуулсан загварт ашигласан огноог үзүүлээгүй болно (Зураг 6-г харна уу). Slater нарын бүтээлээс ашиглав, 1996 [12].

АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлагаас (EPA) гаргасан загваруудаар арьсны хавдрын өвчлөлийг бууруулахад Монреалийн протоколын үзүүлэх урт хугацааны ач холбогдлын талаар мөн харуулсан. Эдгээр загварууд анх 2006 онд [13] гарч, 2015 онд [14] шинэчлэгдсэн бөгөөд 1980-2100 оны хооронд зөвхөн АНУ-ын нутаг дэвсгэрт төрсөн хүн амд тохиолдох арьсны хавдрын өвчлөлийн тохиолдлыг авч үзсэн.

**2015 оны Байгаль орчныг хамгаалах агентлагийн (EPA) тайланд [14] Монреалийн протокол болон түүнд оруулсан нэмэлт өөрчлөлтүүдийн үр дүнд зөвхөн АНУ-ын хэмжээнд меланомын бус арьсны хавдрын өвчлөлийн 275-330 сая тохиолдол, хортой меланомын өвчлөлийн 8-10 сая тохиолдлоос сэргийлэх боломжтой болно гэж үзсэн байна.**

АНУ нь анагаах ухааны өндөр хөгжилтэй орон хэдий ч дээр дурьдсан арьсны хавдрын өвчлөлийн өсөлт нь 1,5 сая гаруй хүн амын амь насанд хүрэх аюултай байх байсан. 2006 оны Байгаль орчныг хамгаалах агентлагийн (EPA) тайланд [13] эдгээр арьсны хавдрын өвчлөлийн ихэнх тохиолдол нь 21-р зууны сүүлч үед ажиглагдах болно гэж тусгасан. Эдгээр арьсны хавдрын өвчлөлийн 80%-иас илүү тохиолдол нь 2015 оноос хойш төрөгсөдөд хамаарна гэж үзсэн [13].

Дээрх бүх загварууд нь ирээдүйд тохиолдож болох арьсны хавдрын өвчлөлийн тоог яг таг тооцож гаргаагүй. Харин эдгээр загварууд нь бүгд өөрсдийн арга зүйн боломжит нөхцлөө ашиглан үнэлгээ хийж, өөрсдийн таамаглалд гарсан тодорхойгүй зүйлсийг хүлээн зөвшөөрч байгаа юм (Хүснэгт 5-ыг харна уу). Гэвч эдгээр бүх загварууд нь нэг ижил төстэй таамаглалд хүрч байгаа бөгөөд Монреалийн протоколын ачаар 2100 он гэхэд арьсны хавдрын өвчлөлийн багадаа 100 сая тохиолдол, магадгүй түүнээс ч илүү олон тохиолдлоос урьдчилан сэргийлэх боломжтой гэж үзэж байна.



Хүснэгт 5: “Хуучин Дэлхий гараг” дэх эрүүл мэндийн төлөв байдлыг загварчлахад шаардагдах арга зүй ба хамрах хүрээ

“Хуучин Дэлхий гараг”-д тохиолдох арьсны хавдрын өвчлөлийг тооцох бүх загварууд нь таамаглал гаргах боломжит хамрах хүрээгээ сайтар анхаарч авч үзсэн байдаг. Озоны давхаргын нимгэрлийн хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх нөлөөллийг тооцож үзэхийн зэрэгцээ арьсны хавдрын өвчлөлийн тохиолдлыг загварчлахад хүрээлэх орчны хүчин зүйлс, тухайн өвчлөлийн үндэслэл буюу биологи, хүн төрөлхтөний зан үйлийг тооцож үзэх шаардлагатай юм.

Дээрх нөхцлүүдээс үзэхэд озоны давхарга, нарны хэт ягаан туяаны цацрагт гарч болзошгүй өөрчлөлтүүд зэрэг байгаль орчинтой холбоотой үзүүлэлтийг тооцоход гарах тодорхойгүй нөхцөл байдал хүндрэл нь харьцангуй бага юм. Загварын аргууд нь цаг үетэй нийцэн өөрчлөгдөн шинэчлэгдэж байгаа бөгөөд давхраат мандлын озоны давхаргад уур амьсгалын үзүүлэх нөлөө, ОЗБ-ууд болон озоны давхаргын цаашдын төлөв байдлыг нэгтгэн авч үзэж байна. Үүл болон нарны хэт ягаан туяаны цацрагт үзүүлэх бусад нөлөө зэргийг авч үздэг загварын аргууд мөн өөрчлөгдөн шинэчлэгдсэн байна.

Биологийн холбогдолтой тодорхойгүй нөхцөл байдалд нарны хэт ягаан туяаны цацрагын ялгаатай долгионы уртын арьсны хавдрын өвчлөлийн элбэг тохиолддог төрлүүдэд үзүүлэх нөлөө, тус өвчлөлөөс хамааралтай нас баралтын зэрэг, нарны хэт ягаан туяанд өртсөн байдлын ялгаа, арьсны ялгаатай пигментүүдийн өөрийгөө хамгаалах чадварт нөлөөлөх байдал зэрэг хамаарна. Мөн өсөж буй болон хөгширч буй хүн амыг судалгаанд хамруулах шаардлагатай юм. АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлагийн (EPA) 2006 оны тайланд [13] биологийн хүчин зүйлс нь АНУ-ын хэмжээнд арьсны хавдрын өвчлөлийн тохиолдлыг тооцоолоход нөлөөлөх тодорхойгүй нөхцөл байдлын 60%-ийг бүрдүүлэх хандлагатай гэж үзсэн. Дэлхий нийтийг хамарсан загварчлалыг бүтээхэд дээрх төрлийн тодорхойгүй нөхцөл байдлууд улам бүр нэмэгдэх хандлагатай байна.

Арьсны хавдрын өвчлөлийн цаашдын төлөв байдлыг үнэлэхэд хүн амын зан үйлтэй холбоотой гарах тодорхойгүй нөхцөл байдал ихэнх хувийг эзэлж байна. Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлээгүй Дэлхий гарагт оршин тогтнох хүн төрөлхтөн нарны хэт ягаан туяанаас үүдэлтэй хор уршгаас асар анхаарал болгоомжтой байх шаардлагатайг харуулж байгаа юм. Наранд өртөхөөс өөрсдийгөө хамгаалсанаар сүүлийн үеийн загваруудаар тодорхойлогдоод буй арьсны хавдрын өвчлөлөөс зарим талаар өөрсдийгөө хамгаалах боломжийг бүрдүүлэх юм. Хүн төрөлхтөний зан үйлтэй холбоотой гарах өөрчлөлт нь тодорхойгүй хэвээр үлдэж байна. “Хуучин Дэлхий гараг”-д амьдарсан бол нарны хэт ягаан туяаны түвшин хэд дахин өндөртэй нөхцөлд амьдарна гэсэн утгатай болж байна. Тус хуучин Дэлхий гарагт оршин тогтноход шаардагдах хувь хүний зан үйлд гарах ёстой өөрчлөлтийг төсөөлөхөд бэрх юм.



A young girl with dark hair in pigtails, wearing a red and white checkered dress and pink sandals, is standing in a shallow stream. She is looking down and clapping her hands, creating ripples in the water. The stream is surrounded by rocks and some dry sticks. In the background, there is a grassy area with a white SUV and a dark SUV parked, and some trees under a cloudy sky.

**“Арьсны хавдрын өвчлөлийн  
ирээдүйн төлөв байдлыг үнэлэхэд  
учирч буй тодорхойгүй нөхцөл  
байдлын ихэнх хэсгийг хүн амын  
зан үйлтэй холбоотой асуудал  
эзэлж байна.”**

## Биднийг угтаж буй ирээдүйд тохиолдох арьсны хавдрын өвчлөл


Өмнө дурьдсанчлан Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлсний үр дүнд озоны давхаргын нимгэрлийн явцыг хязгаарласнаар нарны хэт ягаан туяаны цацраг үлэмж хэмжээгээр нэмэгдэх байдлаас сэргийлж чадсан билээ. Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлэх ажлыг үргэлжлүүлсэнээр 21-р зууны туршид давхраат мандлын озоны давхарга “зузаарч” нэмэгдсээр байх болно. Дэлхийн бөмбөрцгийн өмнөд хагасын өргөргийн өндөрлөг бүсүүдэд эдгээр өсөлт нь хамгийн их хэмжээгээр ажиглагдаж, 1970-аад оноос хойш явагдаж эхэлсэн озоны давхаргын их хэмжээний нимгэрлийг нөхөх болно. Антарктид тив орчмын нарны хэт ягаан туяаны цацрагт гарах өөрчлөлт нь озоны давхаргад бий болох эдгээр өөрчлөлтийг тольдон харуулах болно. Нарны хэт ягаан туяаны цацраг нь озоны давхаргын их хэмжээний нимгэрэл бий болсон үеэс урьд өмнө байсан түвшин руу шилжиж эхлэх болно. Дэлхийн бөмбөрцгийн бусад хэсэгт ажиглагдах озоны давхаргын “супер-эргэн нөхөгдөх байдлын” (20-р хуудсыг харна уу) үр дүнд нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн түвшин урьд өмнө байсан үеийнхээс буурах хандлага ажиглагдах магадлалтай юм [1,8].

Гэхдээ энэхүү озоны давхаргатай холбоотой гарах өөрчлөлтүүд нь нам өргөргийн бүсүүдэд харьцангуй бага байх хандлагатай. Хүрээлэх орчинд гарах бусад өөрчлөлтүүд нь нарны хэт ягаан туяаны цаашдын төлөв байдалд ихээр нөлөөлж болох юм. Тухайлбал дэлхийн уур амьсгалын өөрчлөлтийн үед үүлэн бүрхэцэд мөн өөрчлөлт гарах юм [1]. Томоохон хотуудын агаарын чанарт гарах өөрчлөлт нь нарны хэт ягаан туяаны цацрагт үлэмжхэн нөлөөлдөг. Учир нь тоосонцорууд мэтийн агаар бохирдуулагчид болон газрын гадарга орчмын озон нь нарны хэт ягаан туяаны цацрагийг шингээж байдаг [1,5]. Хотын агаарын чанарыг сайжруулах асуудал нь зарим хөгжиж буй орнуудын хувьд чухал шаардлагатай байдаг бөгөөд ингэснээр эдгээр агаар бохирдуулагч бодисын агууламж, түвшин буурч, харин тухайн газрын UV индекс одоо байгаагаас нилээд хэмжээгээр нэмэгдэх болно [1,5].

Нарны хэт ягаан туяанд өртөх байдал ба арьсны хавдрын өвчлөл хоорондын нягт хамаарлыг тодорхойлоход цаашид нарны хэт ягаан туяанд гарах өөрчлөлтийг тогтмол хянаж байх шаардлагатай юм. 1970-аад оноос хойш бий болсон нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн бага хэмжээний өсөлтийн нөлөөлийн үнэлгээнээс үзэхэд арьсны хавдрын өвчлөлийн нэмэгдсэн тохиолдол ажиглагдах магадлалтай бөгөөд 2040-2060 онуудын хооронд хамгийн их хэмжээгээр ажиглагдах хандлагатай байна [12,13]. **Гэхдээ ирээдүйд тохиолдож болзошгүй арьсны хавдрын өвчлөлд хүн төрөлхтөний зан үйлтэй холбоотой нөлөөлөл хамгийн их байх болно.** Зарим орны хувьд хортой меланомын өвчлөлийн тоо тогтвортой болох шинж тэмдэг ажиглагдаж байна. Зарим орны хувьд наранд хэт өртсөний улмаас үүдэх хор уршгийн талаарх олон нийтийн ойлголт мэдлэгийн түвшин хэдэн жилийн өмнөхөөс дутагдалтай байна [15].

INTERSUN (Хүснэгт 4-ийг харна уу) мэтийн олон нийтийн эрүүл мэндийн боловсролыг дэмжих үр дүнтэй хөтөлбөрүүдийг хэрэгжүүлэх асуудал чухал хэвээр байна. Олон нийтийн эрүүл мэндийн боловсролыг дэмжих үр дүнтэй хөтөлбөрүүдгүйгээр Монреалийн протоколын амжилттай хэрэгжилтийн үр дүнд бий болох арьсны хавдрын өвчлөлөөс сэргийлэх ажиллагаанд хүн төрөлхтөний наранд өртөх зан байдлыг өөрчлөхтэй холбоотой саад тотгор учрах магадлалтай юм.



A close-up photograph of a person's eye. The eye has a striking green color with a dark pupil. The person is wearing heavy, dark eye makeup, including thick, dark eyeliner and long, dark, voluminous eyelashes. The skin around the eye is fair. The background is a plain, light color.

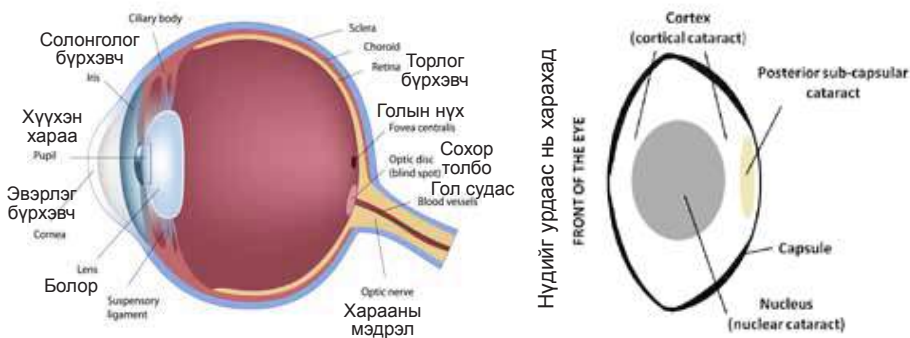
**“Озоны давхарга нимгэрэх явцад хяналт тавьж эхлээгүй бол дэлхийн хэмжээгээр хүн төрөлхтөний нүдний хараа ихээхэн хэмжээнд муудаж, хор хохирол учрах байсан.”**



# Озоны давхаргын нимгэрэл, нарны хэт ягаан туяа (UV) ба нүдний өвчлөл

Бид бүхэн аливаа зүйлийг харахын тулд гэрэл нь нүдийг дамжин торлог бүрхэвчийн гэрэл мэдрэмтгий эсүүдэд хүрдэг. UVB ба UVA туяа нь хүний нүдний торлог бүрхэвчинд хүрэхээс өмнө шингээгддэг. Энэ нь нүдний торлог бүрхэвчийн эсүүдийг хамгаалж байдаг бол нарны хэт ягаан туяаг (UV) шингээж байдаг нүдний хэсгүүд гэмтэж нүдний өвчлөл үүсдэг байна.

Богино хугацааны туршид нарны хэт ягаан туяаны хүчтэй цацрагт өртсөнөөр нүдний урд хэсгийн давхаргууд гэмтдэг (нүдний эвэрлэг бүрхэвч, салст бүрхүүл: Зураг 8). Үүний нэг жишээ бол цасанд нүд гялбах юм. Ойлгох чадвар ихтэй цас болон уулын эрчимшил өндөртэй нарны гэрэл хоёр хоршин хүчтэй хэт ягаан туяанд өртөх нөхцлийг үүсгэх бөгөөд ийм үед нүдийг маш сайн хамгаалах шаардлагатай болдог. Үүнтэй төстэй гэмтэл нь зохиомол эх үүсвэрүүдийн хүчтэй хэт ягаан туяаны нөлөөн дор үүсч болдог. Жишээлбэл, нүдэнд оч үсрэх гэмтэл нь гагнуурын төхөөрөмжийн ажиллагаагаар үүсдэг UVC туяаны нөлөөн дор бий болдог.



Зураг 8. Хүний нүдний бүтэц. Зүүн талын зурагт нүдний бүтцийг хөндлөн огтлолоор харуулав. Баруун талын зурагт нүдний болорыг томруулсан байдлаар, мөн нүдний болор цайх өвчний үндсэн 3 төрлийн байрлалыг нь харуулав. Хэт ягаан туяаны цацраг нь нүдний нимгэн хальсны болор цайх өвчин (cortical cataract) бий болоход ихээхэн нөлөөтэй байна.

Удаан хугацааны туршид нарны хэт ягаан туяаны цацрагт өртөх нь нүдний олон төрлийн өвчлөлийг үүсгэх аюултай. Үүнд нүдний хавдрын өвчлөлүүд багтах бөгөөд нүдний хавдрыг нарны хэт ягаан туяанаас үүдэлтэй арьсны хавдрын өвчлөлтэй адилтгаж болох ч харьцангуй ховор тохиолддог байна. Удаан хугацааны туршид нарны хэт ягаан туяанд өртөх байдлын хүний нүдэнд үзүүлэх нөлөөлөл нь нүдний болор цайх өвчин үүсгэх өндөр эрсдэл байж болох юм. Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллагын судалгаанаас үзэхэд дэлхийн хэмжээнд нүд сохрох өвчлөлийн 51% орчим нь болор цайхаас үүдэлтэй байна. Жил тутам 16 сая орчим хүн ам нүдний болор цайх өвчнөөс үүдэлтэй хараагаа алдах эрсдэлтэй учирч байна.

## Нарны хэт ягаан туяа ба болор цайх

Нүдний болор цайх өвчин нь нүдний болор тунгалаг бус болох үед бий болдог (Зураг 8). Нүдний болор цайх өвчний эхний үе шатанд нүдний хараа бүрэлзэж эхэлдэг. Эмчилгээ хийлгээгүй тохиолдолд нүдний болор өөрчлөгдөх явц үргэлжлэн улмаар хараагаа алдах явц эрчимжиж эхэлдэг. Нүдний болор цайх өвчнийг нүдний болорын аль хэсэг гэмтсэнээс хамаарч ангилдаг. Нүдний болор цайх өвчин ба нарны хэт ягаан туяанд өртөх байдлын холбоо хамаарлыг нүдний болор цайх өвчний нэг төрөл болох нүдний нимгэн хальсны болор цайх өвчнөөс (cortical cataract) илүү тодорхой харж болох юм. UVB туяа нь UVA туяанаас илүү нөлөөтэй байдаг [7].

АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлагийн судалгаанаас Монреалийн протоколын хэрэгжилт амжилттай явагдаагүй ертөнцөд нүдний болор цайх өвчлөлийн тохиолдол ямар болж өөрчлөгдсөн байх байсан талаарх тооцоог харж болох юм [14,16]. 2015 оны Байгаль орчныг хамгаалах агентлагийн (EPA) тайланд [14] 2100 оны байдлаар **озоны давхаргын нимгэрэх явцад үр дүн бүхий хяналтыг явуулаагүй тохиолдолд зөвхөн АНУ-ын хэмжээнд нүдний болор цайх өвчлөлийн нийт 45-50 сая тохиолдол нэмэгдэн бий болох байсан гэж дүгнэсэн байна.**

Арьсны хавдрын өвчлөлийг урьдчилан тооцоолох загваруудын нэгэн адилаар “Хуучин Дэлхий гараг”-д цаашид тохиолдож болох нүдний болор цайх өвчлөлийн тохиолдлыг ерөнхий байдлаар л загварчлан гаргах боломжтой юм. Дээр дурьдсан тайланд ашигласан загварчлалд гарах тодорхойгүй нөхцлүүдийг үнэлж гаргасан байдаг бөгөөд хэт ягаан туяа нь нүдний болор цайх өвчлөлийн зөвхөн нэг төрөлд нөлөө үзүүлж байгаа тохиолдлын үед ч тус загвар нь нүдний болор цайх өвчлөлийн тохиолдлыг бүгдийг хамтад нь авч үздэг хэмээн тэмдэглэсэн байдаг [16]. АНУ-ын Байгаль орчныг хамгаалах агентлагийн ашигласан аргачлал нь дээрх АНУ-ын хэмжээнд тохиолдох өвчлөлийг байх ёстойгоос нь илүү гарган тооцсон байх хандлагатай хэдий боловч дэлхийн хэмжээнд нүд сохрох өвчлөлд нүдний болор цайх өвчлөлийн үзүүлэх гол нөлөөг оролцуулан авч үзэх шаардлагатай юм. “Хуучин Дэлхий гараг” дах дэлхий нийтийг хамарсан нүдний болор цайх өвчлөлийг загварчлах арга хараахан гараагүй байгаа боловч бэлэн байгаа тоо баримтаас дүгнэхэд 2100 оны байдлаар Монреалийн протоколыг хэрэгжүүлсний үр дүнд дэлхийн хэмжээнд нүдний болор цайх өвчлөлийн хэдэн арван сая тохиолдлоос сэргийлэх боломжтой болох юм гэж үзэж болно.

## Озоны давхаргын нимгэрэл, нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба дархлааны систем

Хүний бие бусад бүх амьд организмын адилаар өвчин үүсгэгч бусад организмуудын халдалтанд байнга өртөж байдаг. Бидний бие организмийг ийм төрлийн халдалтуудаас дархлааны систем хамгаалж байдаг (Хүснэгт 6-г харна уу). Сүүлийн хэдэн арван жилийн туршид нарны хэт ягаан туяаны цацраг хүний дархлааны системд нөлөө үзүүлдэг болох нь тодорхой болсон бөгөөд эдгээр нөлөөлөл нь нилээд нарийн нийлмэл явц юм. UVB ба UVA туяа нь хүний дархлааны системийн үйл ажиллагаанд өөр өөр нөлөө үзүүлэх бөгөөд эдгээр нь харилцан бие биедээ нөлөөлж болно. Дархлааны системийн бүрэлдэхүүн хэсгүүд өөр хоорондоо харилцан адилгүй хариу үйлдэл үзүүлдэг (Хүснэгт 6-г харна уу).

Амьтан судлалын судалгаанаас үзэхэд нарны хэт ягаан туяанд өртөх байдал нь зарим халдварт өвчний хүндрэлийн явцыг нэмэгдүүлдэг байна. Наранд хэт өртсөнөөр хүнд тохиолддог яр гарах өвчний хүндрэл нэмэгддэг бөгөөд вакцинжуулалтын үр дүнг бууруулдаг байж болзошгүй юм [7].

Зарим аутоиммуны өвчинд 1-р хэлбэрийн чихрийн шижин, олон төрлийн склероз (multiple sclerosis), үе мөчний үрэвсэлт өвчин (rheumatoid arthritis), хоол боловсруулах эрхтний үрэвсэлт өвчин зэрэг хамрагддаг. Эдгээр зарим өвчнүүдийн давтамж болон хүндрэл нь дэлхий нийтийн хэмжээнд харилцан адилгүй байх бөгөөд ялангуяа өргөргийн дагуу өөрчлөгддөг [7]. Үүнээс үзэхэд аутоиммуны өвчнүүд нь нарны хэт ягаан туяанд өртсөний улмаас үүдэлтэй байх магадлалтай юм. Олон төрлийн склерозын өвчлөлөөс харахад нарны хэт ягаан туяаны хэлбэлзэл нь аутоиммуны өвчинд нөлөөлдөг болох баримт тодорхой байна [7]. Олон төрлийн склерозын өвчлөлийн тохиолдол болон хүндрэл нь нам өргөргийн бүсүүдэд, ялангуяа шар арьстай хүн амын хувьд буурдаг. Бага насандаа болон жирэмсэн үедээ нарны хэт ягаан туяанд өртөх нь хожим олон төрлийн склерозын өвчлөл тохиолдох эрсдлийг үүсгэдэг байна [7].

Озоны давхаргын нимгэрлийг хязгаарлах явцад Монреалийн протоколын оруулсан хувь нэмрийн ачаар 1970-аад оноос хойш нарны хэт ягаан туяанд бий болсон бага зэргийн өөрчлөлт болон 21-р зуунд бий болно хэмээн тооцоолсон өөрчлөлт нь хүний дархлааны системийн үйл ажиллагаанд мэдэгдэхүйц нөлөө үзүүлэхгүй юм. Гэхдээ тухайн хүн амын амьдарч буй нутаг дэвсгэр болон хувь хүний наранд хэрхэн өртөх хандлагаас нь шалтгаалан нарны хэт ягаан туяаны өөрчлөлтөнд дархлааны системийн үзүүлэх хариу үйлдэл нь тухайн өвчнүүдийн талаарх ойлголттой хамааралтай хэвээр үлдэж байна.

Хүний дархлааны систем нь бидний бие организмыг хэд хэдэн механизмын тусламжтайгаар микроорганизм болон химийн бодисын халдалтаас хамгаалж байдаг. Төрөлхийн дархлааны систем нь харьцангуй ерөнхий буюу шуурхай хариу үйлдэл үзүүлдэг бөгөөд зарим төрлийн цусны цагаан эсүүд (фагоцит) болон хамгаалах чадвартай химийн бодисуудын (микробын эсрэг пептидүүд гэх мэт) механизмд тулгуурладаг. Олдмол дархлааны систем нь төрөлхийн дархлааны системтэй харьцуулахад харьцангуй нарийн бөгөөд удаан үргэлжилдэг. Олдмол дархлааны системд гадны молекул бүрт зориулагдсан эсрэг биетүүд болон цусны цагаан эсүүд бий болдог. Вакцин нь зарим элбэг тохиолддог халдварт өвчнүүдийн эсрэг удаан хугацааны олдмол дархлааг бий болгодог.

Нарны хэт ягаан туяа нь олон зорилтот молекулд (multiple target molecules) нөлөөлөх замаар дархлааны системд нөлөө үзүүлж болно (2015 оны БОНБҮХ /ЕЕАР-ийн тайланд 5-ыг нэрлэсэн байдаг [7]). Нарны хэт ягаан туяаны цацрагт өртсөнөөр ерөнхийдөө төрөлхийн дархлааны системийн ажиллагаа сайжирч, харин олдмол дархлааны системийн ажиллагаа буурах төлөвтэй болдог байна.



# Озоны давхаргын нимгэрэл, нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба витамин Д

Сүүлийн хэдэн арван жилийн хугацаанд нарны хэт ягаан туяаны хүний эрүүл мэндэд нөлөөлөх нөлөөллийг биеийн арьсанд витамин Д бүрэлдэх явцад нарны гэрлийн туяаны үзүүлэх нөлөөллөөр дамжуулан дахин судалсаар байна [7].

Рахит зэрэг ястай холбоотой гажиг өвчнүүд хэдэн зууны туршид тохиолдсоор ирсэн. Хүний эрүүл мэндэд витамин үзүүлэх ач холбогдлыг олж илрүүлсэний үндсэн дээр рахит өвчин нь витамин Д-ийн дутагдлаас үүдэлтэй гэдэг нь тодорхой болсон. 1920-иод онд нарны гэрлийн нөлөөгөөр хүний арьсанд витамин Д нийлэгжиж байдаг гэсэн ойлголт бий болсон. Нарны гэрлийн UVB туяаны нөлөөгөөр витамин Д нийлэгжих үйл явц илүү сайн явагддаг болох нь өнөө үед тодорхой болоод байна.

Загасны мах нь байгалийн гаралтай витамин Д-ийн эх үүсвэр болдог бөгөөд зарим хүнсний бүтээгдэхүүнд мөн витамин Д-г нэмэлтээр оруулж өгдөг. Гэхдээ ихэнх хүн төрөлхтөний хувьд арьсанд нийлэгжин бий болох витамин Д нь түүний гол чухал эх үүсвэр болж чаддаг. Арьсанд хангалттай хэмжээний витамин Д нийлэгжиж чадахгүй байгаа тохиолдолд витамин Д-ийн дутагдал болдог.

## Нарны хэт ягаан туяаны цацраг ба витамин Д-ийн дутагдал

Хүний арьсанд витамин Д нийлэгжих явц нарны гэрэлд өртөх байдлаас хамаарна. Өндөрлөг өргөргийн бүсүүдэд өвлийн улиралд нарны гэрлийн UVB туяаны хэмжээ хэт буурч хүний биеийн арьсанд хангалттай хэмжээний витамин Д нийлэгжих явцад сөргөөр нөлөөлнө [1]. Өвлийн улиралд хувцаслалтаас шалтгаалан арьсны нарны гэрэлд өртөх нөхцөл багасч, мөн гадна орчинд зарцуулах хугацаа багасах нь улмаар витамин Д нийлэгжих явцыг сааруулдаг. Бидний арьсыг нарны хэт ягаан туяанд өртөж гэмтэхээс хамгаалж байдаг пигментүүд нь витамин Д нийлэгжих явцыг бууруулдаг байж болох бөгөөд өргөргийн ижил түвшинд амьдарч буй шар /боровтор арьстай хүн амд тохиолдох витамин Д-ийн дутагдал шар арьстай хүн амынхтай харьцуулахад илүү их байдаг [7].

Олон судалгаанаас үзэхэд өргөргийн өндөрлөг бүсүүдэд өвлийн улиралд хүний биед агуулагдах витамин Д-ийн концентраци буурдаг байна. Витамин Д-ийн хэмжээ хэд болж буурахад витамин Д-ийн дутагдал гэж үзэх вэ, витамин Д-ийн дутагдал нь хүний эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөөлөх вэ гэдэг нь яг тодорхой бус байна [7].

## Витамин Д-ийн дутагдал ба өвчлөл

Сүүлийн жилүүдэд витамин Д-ийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх ач холбогдол нь ястай холбоотой өвчлөл үүсэхээс урьдчилан сэргийлэхээс гадна илүү чухал үүрэг гүйцэтгэдэг гэж үзэж байна [7]. Витамин Д-ийн дутагдал нь бусад олон өвчнийг үүсгэх эрсдэлтэй уялдаа холбоотой байдаг [7]. Тухайлбал сүрьеэ өвчин, аутоиммуны өвчин, олон төрлийн склероз, дотор эрхтний хавдрууд (бүдүүн гэдэс, хөх, умай, түрүү булчирхайн хавдрууд гэх мэт) зэрэг хамрагдаж байна.

Витамин Д-ийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх өргөн хүрээний нөлөөлөл нь авч хэлэлцэх шаардлагатай асуудлын нэг болоод байна [7]. Энэ нь зарим талаар хүний эрүүл мэндэд витамин Д-ийн үзүүлэх нөлөөг өргөргийн ялгаатай бүсүүдэд өвчлөлийн тохиолдол өөрчлөгдөх явцад тулгуурлан авч үзсэнтэй холбоотой юм [7].

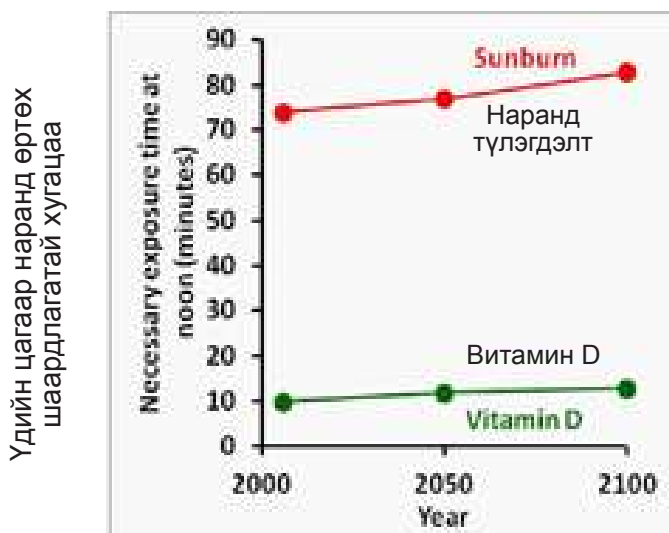
Тус өөрчлөлт нь нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн эрчимшилийн өөрчлөлттэй хамааралтай байна. Нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн нөлөө нь витамин Д-ээс хамааралгүй хэдий ч дархлааны системийн жишээнээс үзэхэд зарим өвчлөлийн төрөл нь газарзүйн байрлалын өөрчлөлттэй холбоотой болохыг харуулж байна [7].

Нарны хэт ягаан туяаны гэрэлд тодорхой хэмжээгээр өртөх нь хүний эрүүл мэндэд тустай юм. Энэ нь хувь хүмүүс болон нийгмийн эрүүл мэндийн асуудал хариуцсан мэргэжилтнүүдийн хувьд хүндрэлтэй асуултыг гарган тавьж байна. Бид бүхэн өөрт хэрэгцээтэй хэмжээний нарны хэт ягаан туяаг хэрхэн авч, харин илүүдэл хэсгээс хэрхэн сэргийлэх вэ? Озоны давхаргад ирээдүйд гарах өөрчлөлт нь нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн “ашигтай” ба “ашиггүй” нөлөөллийн тэнцвэрийг өөрчлөх үү?

Нарны гэрэлд өртөх “тохиромжтой хэмжээг” илэрхийлсэн тогтсон хэм хэмжээ хараахан алга байна. Нарны хэт ягаан туяанд өртөж гэмтэх байдал нь хувь хүн бүрт харилцан адилгүй бөгөөд өөрийн биед хэрэгцээт хэмжээний витамин Д-г бүрэлдүүлэхэд шаардагдах нарны хэт ягаан туяаны хэмжээ мөн харилцан адилгүй байдаг. Өргөргөөс шалтгаалах нөлөөлөл мөн их байх бөгөөд нам өргөргийн бүсүүдэд нарны хэт ягаан туяаны хэмжээ их байж витамин Д-ийн дутагдал болох эрсдлийг бууруулах боловч нарны хэт ягаан туяанд өртөж гэмтэх эрсдэл нэмэгддэг. Ирэх хэдэн арван жилийн хугацаанд бий болох озоны давхаргын нөхөн сэргээгдэх явцын үр дүнд нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хэмжээ буурна гэж үзэж байгаа бөгөөд энэ өөрчлөлт нь хүний биеийн наранд түлэгдэх явц болон арьсанд хангалттай хэмжээний витамин Д нийлэгжих явцад шаардагдах хугацааг өөрчлөхөд төдийлэн хангалтгүй байна. Жишээлбэл, дээр дурьдсан нарны хэт ягаан туяаны төлөв байдлыг авч үзсэн сүүлийн үеийн загвараас үзэхэд шар арьстай хүний наранд бага зэрэг түлэгдэх явц юмуу витамин Д нийлэгжүүлэхэд шаардагдах хугацаа нь 2100 оны байдлаар одоогийнхоос ердөө хэдхэн минутаар л нэмэгдэх төлөвтэй байна (Зураг 9). Арьсанд хангалттай хэмжээний витамин Д нийлэгжих явцад шаардагдах хугацаа нь наранд түлэгдэх явцад шаардагдах хугацаатай харьцуулахад богино хэвээр байна [17].



Нарны хэт ягаан туяанд хэт өртсөнөөр хүний эрүүл мэндэд удаан хугацааны хор хохирол учруулах болно, ялангуяа арьсны хавдрын өвчлөлийг нэмэгдүүлэх эрсдэлтэй гэсэн ойлголт хэвээр үлдэж байна. INTERSUN (Хүснэгт 4) мэтийн хөтөлбөрийн хэрэгжилт нь олон нийтийн эрүүл мэндийн боловсролыг дэмжих асуудалд чухал байр суурьтай хэвээр байна.



Зураг 9. 21-р зууны туршид нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хэмжээнд гарах өөрчлөлт ба наранд бага зэрэг түлэгдэх явц болон арьсанд витамин Д нийлэгжих явцад шаардагдах хугацаанд гарч болох өөрчлөлт. Наранд өртөх байдлын хугацааг хаврын улирлын үеийн өргөөргийн 52°N-ээр харуулсан бөгөөд нарны хэт ягаан туяаны цацрагт мэдрэмтгий шар арьстай хүний тохиолдлыг авч үзэв (II төрлийн арьс). 1000 IU (Олон улсын нэгж) витамин Д нийлэгжих явцад шаардагдах хугацааг хүний биеийн нүүр, гарын хэсэг нарны гэрэлд өртөх байдлаар харуулав. *Correa* нарын бүтээлээс ашиглав (2013) [17].



## Озоны давхаргын нимгэрлээс хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх бусад нөлөө

Арьсны хавдар ба нүдний болор цайх өвчлөл их хэмжээгээр нэмэгдэх явцаас урьдчилан сэргийлж чадаж буй нь озоны давхаргыг хамгаалах ажлын үр дүн хүний эрүүл мэндэд хэрхэн сайнаар нөлөөлж буйг харуулж байгаа сонгодог жишээ юм. Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлсний үр дүнг тоон үзүүлэлтээр харуулж эхлэх боломжтой болоод байна.

Монреалийн протоколын ач холбогдол үүгээр дуусахгүй юм. Бромт метил (methyl bromide) зэрэг зарим ОЗБ нь хүний эрүүл мэндэд хортой байдаг. Хортой ОЗБ-ыг хор багатай бодисоор орлуулан ашиглах нь хэрэглэгчдийн эрүүл мэндэд учруулах хор уршгийг бууруулна. Зарим ОЗБ-ууд, тухайлбал хлорфторт нүүрстөрөгчүүд (ХФН/CFCS) нь үлэмж нөлөөтэй хүлэмжийн хийд тооцогддог. Эдгээр ХФН-үүдийг хүлэмжийн хийн нөлөө багатай бодисуудаар орлуулан ашигласнаар Монреалийн протокол нь уур амьсгалд ихээхэн хэмжээгээр зерэгээр нөлөө үзүүлж чадсан. Энэ нь температурын өсөлт болон уур амьсгалын өөрчлөлтийн бусад элементүүдтэй холбоотой хүний эрүүл мэндэд учруулах аюулаас сэргийлэхэд хувь нэмрээ оруулж байгаа юм.

“Хуучин Дэлхий гараг”-д тохиолдож болох нарны хэт ягаан туяаны нэмэгдэх явцын үзүүлэх үр нөлөө нь хүн төрөлхтөнөөр хязгаарлагдахгүй юм. Озоны давхаргын нимгэрэх явцад хяналт явуулаагүйн улмаас бусад амьд организм, экосистем, байгаль орчинд явагдах үйл явцад үүсч болох нөлөөлөл нь хүний эрүүл мэндэд үлэмж хэмжээний хор хохирол учруулах байсан. Озоны давхаргын нимгэрлээс агаар болон усны чанар, хоол хүнсний бүтээмжинд үзүүлэх шууд бус нөлөөллөөс үзэхэд озоны давхаргын өөрчлөлт болоод түүнд үзүүлэх хариу үйлдэл хооронд цаг хугацааны хувьд их зөрүү байхгүй байна. Үүнийг арьсны хавдрын өвчлөл зэрэг хүний эрүүл мэндэд шууд үзүүлдэг нөлөөлөлд хамааралтай цаг хугацааны хувьд хэдэн жил ба хэдэн арван жилийн зөрүүтэй байх нөхцөлтэй харьцуулж болох юм. Тиймээс эдгээр шууд бус өөрчлөлтийг “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн нөхцөлд авч үзвэл анхдагч байх байсан бөгөөд арьсны хавдар ба нүдний болор цайх өвчлөлийн тохиолдлоос өмнө ажиглагдах байсан. Эдгээр “шууд бус” өөрчлөлт нь манай гараг дээрх бүх зүйлст нөлөөлөх байсан. Хүн бүрт хүрэлцэхүйц хэмжээний, тэжээллэг хоол хүнс, цэвэр агаар болон ундны цэвэр ус шаардлагатай билээ. Эдгээр хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх озоны давхаргын нимгэрлээс үүдэлтэй шууд бус нөлөөллийн цаг хугацаа болон хэм хэмжээг яг тооцох нь хараахан боломжгүй байна. Эдгээр шууд бус нөлөөлөлтэй холбоотой тодорхойгүй нөхцлүүдийг эс тооцвол үүнийг Монреалийн протоколын ач холбогдлыг үнэлсэн үнэлгээнд зайлшгүй багтааж өгөх хэрэгтэй юм.

## Озоны давхаргын нимгэрлийн уур амьсгалын өөрчлөлтөнд үзүүлэх нөлөө

Озоны давхаргын цоорхойн байгаль орчинд нөлөөлөх байдлын судалгаа нь гол төлөв нарны хэт ягаан туяанд гарсан өөрчлөлтэй холбоотой нөлөөлөлд бүхэлдээ тулгуурласан байдаг. Сүүлийн хэдэн жилд озоны давхаргын цоорхой нь уур амьсгалын өөрчлөлтөд үлэмж нөлөөлдөг болох нь тодорхой болсон [1,3,8] бөгөөд энэ нь хүн төрөлхтөнд мөн нөлөөтэй юм. Монреалийн протоколыг амжиттай хэрэгжүүлж байгаа хэдий ч Антарктид тив дээр бий болсон озоны цоорхой нь дэлхийн бөмбөрцгийн өмнөд хагасын томоохон хэмжээний газар нутгийг хамарсан уур амьсгалын өөрчлөлт (температур болон хур тунадасны өөрчлөлт зэрэг) бий болоход нөлөөлж байна [3,8].

## Усны чанарын өөрчлөлт

Нарны хэт ягаан туяаны гэрэл нь усанд амьдрах өвчин үүсгэгч бичил организмуудыг устгаж байдаг тул усаар дамждаг өвчнүүдийн аюулыг бууруулж байдаг [2]. Нарны хэт ягаан туяа нь мөн органик бохирдуулагчдын задралын явцыг хурдасгаж өгдөг [4]. “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн нөхцөлд эдгээр нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн цэвэршүүлэх үйл явц эрчимжих байсан. Гэвч эдгээрийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлж буй зөрөг нөлөөлөл нь түүнд үзүүлэх сөрөг нөлөөлөлтэй харьцуулахад өчүүхэн байна.

## Хүнсний аюулгүй байдалд гарах өөрчлөлт

Улирлын чанартай нарны хэт ягаан туяаны хэлбэлзэлд ихэнх тариалангийн ургамал хариу үйлдэл үзүүлдэг бөгөөд энэ нөлөө нь ургацын бүтээмж болон чанарыг доройтуулах нь ховор юм [3]. Нарны хэт ягаан туяа, ялангуяа UVB туяа одоо байгаа түвшингээс нэмэгдэхэд ургац болон чанарыг доройтуулж эхэлнэ [3].





“Хуучин Дэлхий гараг”-ийн нөхцөл дэх UVB туяаны өсөлт болон хүнс тэжээлийн бүтээмж хоорондын холбоо хамаарлыг одоогоор тооцох боломжгүй юм.

Энэ нь зарим талаар дээрх өөрчлөлтөнд тариалангийн ургамал тус бүрийн үзүүлэх хариу үйлдэл харилцан адилгүй бөгөөд зарим ургамал л нарийвчлан судлагдсан байдагтай холбоотой юм. Өөр нэг хүчин зүйл бол ургацын судалгаанд ашиглагдсан нарны хэт ягаан туяаны хамрах хүрээ юм. Жишээлбэл, тариалангийн ургамлын үзүүлэх хариу үйлдлийг судалсан судалгаанд озоны давхаргын алдагдал 20%-иас дээш гарсан нөхцлийг “озоны давхаргын цоорхойн түвшин өндөр” байна гэж авч үзсэн байдаг [18]. Энэ нөхцөл нь Монреалийн протоколын хэрэгжилт хэсэгчилсэн байдлаар амжилттай явагдаж буй дэлхий гарагийг үнэлэх тохиромжтой үнэлгээ болох юм. Гэхдээ тус нөхцөл нь “Хуучин Дэлхий гараг”-д тохиолдож болох озоны давхаргын нимгэрлийн талаарх таамаглалтай харьцуулахад харьцангуй эерэг нөхцөл байдал юм. Тус таамаглал нь зарим тохиолдолд озоны давхаргын цооролт 80%-д хүрнэ гэж авч үздэг. Дээрх тариалангийн ургамлын үзүүлэх хариу үйлдлийг судалсан судалгаанаас [18] үзэхэд озоны давхаргын цоорхойн түвшин “өндөр” (20-30%) байх нөхцөлд ургамлын биомасс дунджаар 16% орчмоор буурна. Энэ үзүүлэлт нь дэлхийн хэмжээний томоохон хүнсний ургамлуудын ургацыг хамруулсан бөгөөд озоны давхаргын цоорхойг зохицуулах хяналтыг хэрэгжүүлээгүй бол газар тариалангийн бүтээмж хэрхэн өөрчлөгдөх байсан талаар тодорхой хэмжээний ойлголтыг бий болгож байна.

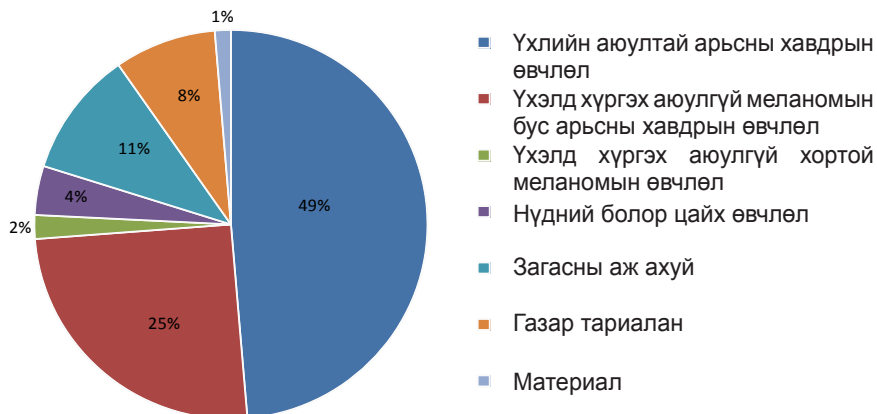
Нарны хэт ягаан туяаны нөлөөгөөр эдийн засгийн хувьд үр ашиг бүхий зарим загасны зүйлүүд бие гүйцсэн үедээ юмуу хөгжлийн үедээ хорогдох эрсдэлд орох нь тодорхой байна [2]. Мөн нарны хэт ягаан туяа нь усан орчны хоол тэжээлийн хэлхээнд чухал үүрэг бүхий планктонуудад хор хохирол учруулж, улмаар загасны аж ахуйн үр ашигтай байдлыг алдагдуулах хандлагатай болно [2]. Нарны хэт ягаан туяаны усан орчинд үзүүлэх нөлөөг судлах туршилтын судалгаа нь нарийн төвөгтэй бөгөөд озоны давхаргын нимгэрлийг зохицуулах хяналтыг хэрэгжүүлээгүйтэй холбоотой загасны аж ахуйд бий болох нөлөөллийн хэм хэмжээг тооцоход хүндрэлтэй юм.

Дүгнэж хэлэхэд озоны давхаргын цоорхойн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх шууд бус нөлөөллийн хэм хэмжээг хараахан тооцож чадаагүй байна. Гэхдээ озоны давхаргын цоорхойг зохицуулах хяналтыг хэрэгжүүлээгүй бол хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх сөрөг нөлөө, дэлхий нийтийг хамарсан хүнсний аюулгүй байдал нэмэгдэх байжээ гэж үзэж болох юм.

## Дүгнэлт: Монреалийн протоколын хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх ач холбогдлын эдийн засгийн үр ашиг

Монреалийн протоколын үзүүлэх эдийн засгийн үр ашгийг тооцсон хэд хэдэн тооцоолол байдаг. Эдгээрийн сүүлийн үеийн тооцооллоос [19] авч үзвэл Монреалийн протоколын үзүүлэх нийт эдийн засгийн үр ашгийн 80% орчмыг хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөлөл эзэлж байгаа бөгөөд 2060 оны байдлаар 1.8 их наяд ам.доллар хүрэх тооцоолол байна (Зураг 10). Тус үр ашгийн тодорхой хэсэг нь “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн нөхцөлд тохиолдож болох үхэлд хүргэх аюулгүй арьсны хавдар болон нүдний болор цайх өвчлөлийг анагаахад зарцуулагдах зардлаас зайлсхийж чадсантай холбоотой юм. Тус эдийн засгийн үр ашгийн нилээд хэсэг нь арьсны хавдрын өвчлөлийн их хэмжээний өсөлт, ялангуяа хортой меланомын өвчлөл, түүнээс үүдэлтэй амь насанд учрах аюул эрсдлээс сэргийлж чадсантай холбоотой байна. Энэ нь Монреалийн протоколын үзүүлэх нийт эдийн засгийн үр ашгийн 50% орчмыг эзэлж байна. Нарны хэт ягаан туяанд өртсөн хугацаа ба арьсны хавдрын өвчлөл явагдаж эхлэх хугацаа хооронд тодорхой зааг байдаг (дээр дурьдсан) бөгөөд тус эдийн засгийн тооцоолол нь “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн загваруудаар тодорхойлсон 21-р зууны дунд үед тохиолдож болох дэлхийн озоны давхаргын цоорхойн нөлөөллийг тооцоогүй болно (21-р хуудсыг харна уу).

“Хуучин Дэлхий гараг”-д 2050 оны байдлаар тохиолдож болох озоны давхаргын цоорхойн улмаас 21-р зууны 2 дугаар хагаст нарны хэт ягаан туяаны их хэмжээний өсөлт бий болох байсан. Үүний дэлхий нийтийн хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөг хараахан тооцоолоогүй байна (дээр дурьдсан). Гэхдээ 21-р зууны төгсгөл гэхэд Монреалийн протоколын үзүүлэх эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо нь 2060 оны байдлаар тооцоологдсон эдийн засгийн үр ашгаас давах хандлагатай болж байна.



Зураг 10. Монреалийн протоколын 2060 он хүртлэх хугацаанд үзүүлэх эдийн засгийн үр ашгийн тооцоо. Дээрх үзүүлэлт нь 1997 оны байдлаарх тэрбум ам.долларын үнэмлэхүй өртөгийг харуулав. Markandya & Dale нарын бүтээлд үндэслэв (2012) [19].



# Дүгнэлт хэсэг

Энэхүү гарын авлагын нилээд хэсэгт Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлээгүй нөхцөл хүний эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөө үзүүлэх байсан талаар авч хэлэлцсэн. “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн загварын аргуудаар Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлээгүй нөхцөл бүхий дэлхий ертөнц хэрхэн өөрчлөгдөж болох байсан талаар харуулсан бөгөөд азаар бид бүхэн болон бидний ирээдүй хойч үе тэрхүү ертөнцөд оршин амьдрахгүй билээ. Эдгээр загварууд нь нарны хэт ягаан туяаны хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийн талаарх дэвшилтэт ойлголтуудыг тусгасан байдаг бөгөөд анх 1987 онд Монреалийн протоколд гарын үсэг зурах үеэр Талуудын хүлээн зөвшөөрч байсан хүний эрүүл мэндэд учруулах аюулын талаарх ойлголтыг баталж чадсан юм.

“Хуучин Дэлхий гараг”-д тохиолдож болох нөхцөл байдлын талаарх бидний ойлголт улам бүр өргөжин тодорхой болох болно. “Хуучин Дэлхий гараг”-д хамаарах озоны болон нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн талаарх загварууд нь улам хүчирхэгжиж байна. Бид бүхэн олон тооны загваруудыг ашиглан илүү баталгаатай таамаглал бий болгох “цогц” аргачлалд хүрэх боломжтой болох хандлагатай байна. Энэ нь Монреалийн протоколыг амжилттай хэрэгжүүлсний үр дүнг бүхэлд нь илэрхийлэх явцад саад болж буй ойлголт мэдлэгийн хүрээнд тохиолдож буй цоорхойг нөхөхөд дэмжлэг үзүүлж болох юм. Жишээлбэл, 21-р зууны төгсгөл үеийн озоны давхаргад бий болсон нимгэрэл нь 2100 оноос хойш “Хуучин Дэлхий гараг”-ийн нөхцөлд хүний эрүүл мэндэд хэрхэн нөлөөлж болох талаар одоогоор тооцох боломжгүй байна. Мөн өнөө үед ашиглаж буй загваруудаар хоол хүнсний бүтээмж зэрэг шууд бус нөлөөллийг үнэлэх боломжгүй байна.

Гэхдээ озоны давхаргыг хамгаалах үйл ажиллагааг хэрэгжүүлээгүй байсан бол хүний эрүүл мэндэд учирч болох байсан нөлөөллийн хэм хэмжээ тодорхой байгаа юм. Монреалийн протоколын ачаар хэдэн зуун сая хүн амын эрүүл мэнд, эрүүл аж төрөх нөхцөл нь хамгаалагдсаар ирсэн. Озоны давхаргыг хамгаалах болсон шалтгаануудын талаарх ямар нэг асуултанд хариулах илүү оновчтой хариулт байж болох уу? Озоны давхаргыг амжилттай хамгаалах үйл ажиллагааны үр дүнг тэмдэглэх илүү оновчтой шалтгаан бий юу?

**Хүснэгт 7: Нарны хэт ягаан туяаны цацрагийг хэмжих: UV индекс**

Дэлхийн гадаргад ирж байгаа нарны хэт ягаан туяаны цацрагийг UVA ба UVB гэж ангилдаг. Эдгээр нарны хэт ягаан туяаны спектрийн 2 хэсгийг долгионы уртаар тодорхойлдог. UVB туяа нь 290-315 нм, UVA туяа нь 315-400 нм долгионы урттай байна.

UVA ба UVB туяаны үзүүлэх нөлөөллийн талаарх ерөнхий ойлголтууд элбэг байдаг. Жишээлбэл, “UVB туяа нь UVA туяатай харьцуулахад илүү хор хохирол учруулдаг” гэх мэт. Энэ нь нарны хэт ягаан туяаны хүний эрүүл мэндэд үзүүлэх нөлөөллийг бүрэн илэрхийлэхэд хангалтгүй юм. ДНХ-ийн молекул эсвэл хавдар бий болох үйл явц зэрэг нарны хэт ягаан туяаны нөлөөнд өртөж буй объект нь хэт ягаан туяаны ялгаатай долгионы уртад харилцан адилгүй хариу үйлдэл үзүүлдэг онцлогтой байдаг.

Эдгээр тодорхой долгионы уртад үзүүлэх хариу үйлдлийн тусламжтайгаар нарны гэрлийн хэт ягаан туяаны ялгаатай долгионы уртын тэнцвэрт гарсан өөрчлөлтийг тооцож болно. Эдгээр нь өргөрөг болон улирлаас, мөн озоны давхаргын коорхойн байдлаас хамаарч өөрчлөгддөг.

Хүний эрүүл мэндтэй холбоотой асуудалд наранд түлэгдэлтийн долгионы уртын үзүүлэх хариу үйлдлийг өргөнөөр ашигладаг. Судлаачид нарны хэт ягаан туяаг илэрхийлэхдээ ихэвчлэн наранд түлэгдэлтийн хэт ягаан туяагаар илэрхийлдэг (“арьс улайлтын хэт ягаан туяа” гэж мөн нэрлэдэг). Тус наранд түлэгдэлтийн хэт ягаан туяа нь мөн UV индекс хэрэглэгддэг үндэс суурь болдог.

UV индекс нь наранд түлэгдэлтийн хэт ягаан туяаг энгийн бөгөөд стандарт зэргээр илэрхийлдэг бөгөөд үүнийг цаг агаарын мэдээ болон бусад олон нийтэд зориулсан мэдээлэлд ашиглах боломжтой юм. Үүнийг мөн хувь хүмүүс ашиглан наранд өртөх байдалдаа сонголт хийх боломжтой юм.



# Ашигласан бүтээл

1. Bais, A.F., et al., (2015) Ozone depletion and climate change: impacts on UV radiation, p. 1-47 in Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
2. Hader, D.-P., et al., (2015) Effects of UV radiation on aquatic ecosystems and interactions with other environmental factors. p. 121-147. In Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
3. Bornman, J.F., et al.,(2015) Solar ultraviolet radiation and ozone depletion-driven climate change: Effects on terrestrial ecosystems. p. 95-119 In Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
4. Erickson, D.J., et al., (2015) Effects of stratospheric ozone depletion, solar UV radiation, and climate change on biogeochemical cycling: Interactions and feedbacks. p. 149-177. In Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
5. Madronich, S. et al., (2015) Changes in air quality and tropospheric composition due to depletion of stratospheric ozone and interactions with changing climate: Implications for human and environmental health. p. 179-206. In Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
6. Andrady A.L. et al., (2015). Consequences of Stratospheric Ozone Depletion and Climate Change on the Use of Materials p. 207-227. In Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
7. Lucas, R.M., et al., (2015) The human health effects of ozone depletion and interactions with climate change, p. 49-94 in Environmental effects of ozone depletion and its interactions with climate change: 2014 Assessment. United Nations Environment Programme, Nairobi.
8. Assessment for Decision-Makers WMO Global Ozone Research and Monitoring Project – Report No. 56. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, United Nations Environment Programme, Nairobi.

9. Newman, P.A., et al., (2009) What would have happened to the ozone layer if chlorofluorocarbons (CFCs) had not been regulated? *Atmospheric Chemistry and Physics*, 9: 2113-2128.
10. Egorova, T. et al., (2013) Montreal Protocol Benefits simulated with CCM SOCOL. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 13: 3811-3823.
11. van Dijk, A., et al., (2013) Skin Cancer Risks Avoided by the Montreal Protocol-Worldwide Modeling Integrating Coupled Climate-Chemistry Models with a Risk Model for UV. *Photochemistry and Photobiology*, 89: 234-246.
12. Slaper, H., et al., (1996) Estimates of ozone depletion and skin cancer incidence to examine the Vienna Convention achievements. *Nature*, 384: 256-258.
13. Human Health Benefits of Stratospheric Ozone Protection. USA Environmental Protection Agency, Washington (2006)
14. Updating ozone calculations and emissions profiles for use in the atmospheric and health effects framework model. USA Environmental Protection Agency, Washington (2015)
15. Anon (2012), Sunburn and Sun Protective Behaviors Among Adults Aged 18–29 Years — United States, 2000–2010. *Morbidity and Mortality Weekly Report (MMWR)* May 11, 2012. 61(18): 317-322.
16. Protecting the ozone layer protects eyesight. A report on cataract incidence in the United States using the atmospheric and health effects framework model. USA Environmental Protection Agency (2010).
17. Correa, M.d.P., et al., (2013) Projected changes in clear-sky erythemal and vitamin D effective UV doses for Europe over the period 2006 to 2100. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 12: 1053-64.
18. Searles, P.S., S.D. Flint, and M.M. Caldwell, (2001) A meta analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. *Oecologia*, 127: 1-10.
19. Markandya, A. and N. Dale, (2012) The Montreal Protocol and the Green Economy. Assessing the contributions and co-benefits of a Multilateral Environmental Agreement, United Nations Environment Programme, Nairobi.

# НҮБ-ын БОХ-ийн Технологи, үйлдвэрлэл, эдийн засгийн салбарын Озоны хөтөлбөрийн талаар (UNEP DTIE OzonAction Programme)

Озоны үе давхаргыг задалдаг бодисын тухай Монреалийн протоколд нэгдэн орсноор дэлхийн улс орнууд хүний эрүүл мэнд болон манай гараг дээрх бүхий л амьд биесийг нарны хэт ягаан туяаны цацрагийн хөнөөлт нөлөөллөөс хамгаалагч бамбай болдог давхраат мандлын озоны давхаргыг устгаж байдаг хүний үйл ажиллагааны явцад бий болсон химийн бодисуудын үйлдвэрлэл, хэрэглээг бууруулах, арилгах зорилго бүхий онцгой бөгөөд цаг хугацаатай үйл ажиллагааг авч хэрэгжүүлж байна.

Монреалийн протоколын зорилго бол хлортфторт нүүрстөрөгчүүд (CFCs), галонууд, бромт метил, дөрвөн хлорт нүүрстөрөгч, метил хлороформ, гидрохлорфторт нүүрстөрөгчүүд (HCFCs) зэрэг озон задалдаг бодисуудын үйлдвэрлэл, хэрэглээг үе шаттай бууруулахад оршино. Байгаль орчны асуудлаарх энэхүү олон талт гэрээнд дэлхийн 197 улс нэгдэн орж, үйл ажиллагаа явуулж, хэрэгжүүлэх арга хэмжээ авч байна.

НҮБ-ын БОХ-ийн Технологи, үйлдвэрлэл, эдийн засгийн салбарын Озоны хөтөлбөр нь дэлхийн хөгжиж буй орнууд болон эдийн засгийн шилжилтийн явцад буй орнуудын Монреалийн протоколын өмнө хүлээсэн үүргээ биелүүлэхэд тусламж дэмжлэг үзүүлдэг. Тус хөтөлбөр нь улс орнуудын орлуулах технологи, озоны давхаргад ээлтэй бодлого, зохицуулалтын талаар шийдвэр гаргах асуудалд шаардлагатай мэдээллээр хангах дэмжлэг үзүүлдэг.

Озоны хөтөлбөр нь дараах үндсэн 2 ажлын хэсэгтэй. Үүнд:

- Монреалийн протоколын хэрэгжилтийн талаарх Олон талт сангийн Хэрэгжүүлэгч агентлагийн Хэрэгжилтийг дэмжих хөтөлбөрөөр (CAP) дамжуулан хөгжиж буй орнуудад дэмжлэг үзүүлэх.
- Хоёр талт агентлагууд болон засгийн газруудтай хамтарсан тусгай түншлэлүүд.

Монреалийн протоколын хүрээнд НҮБ-ын БОХ-ийн түншлэл нь Мянганы хөгжлийн зорилтын биелэлт, Балийн стратеги төлөвлөгөөний хэрэгжилтийн явцад хувь нэмрээ оруулдаг.

## Дэлгэрэнгүй мэдээллийг дараах хаягаар авна уу.

Dr. Shamila Nair-Bedouelle, НҮБ-ын БОХ-ийн Технологи, үйлдвэрлэл, эдийн засгийн салбарын Озоны хөтөлбөрийн удирдагч.

15 rue de Milan, 75441 Paris CEDEX 09

Утас: +331 4437 1455, Факс: +331 4437 1474

Цахим шуудангийн хаяг: [shamila.nair-bedouelle@unep.org](mailto:shamila.nair-bedouelle@unep.org)

Веб хаяг: <http://www.unep.org/ozonaction/>



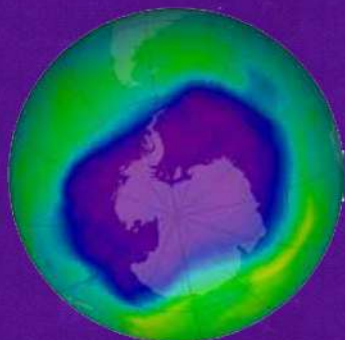
[www.unep.org](http://www.unep.org)

United Nations Environment Programme  
P.O. Box 30652 Nairobi, Kenya  
Tel.: ++254-(0) 20 762 1234  
Fax: ++254-(0) 20 762 3927  
e-mail: [unepubb@unep.org](mailto:unepubb@unep.org)



For more information, contact:

UNEP DTIE  
Ozone Action branch  
15 rue de Milan, 75441 Paris CEDEX 09, France  
Tel: +331 4437 1450  
Fax: +331 4437 1474  
[ozonation@unep.org](mailto:ozonation@unep.org)  
[www.unep.org/ozonation](http://www.unep.org/ozonation)



© Ozone Watch

Озоны давхаргын  
харагдах байдал