Улаанбаатар, Дархан хотын гадаад орчны агаар дахь $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2-ын тоосны түвшинг харьцуулсан дүн

Х.Ээлин[1,2], Х.Сэр-Од[1], Г.Жаргалсайхан[1,2], Грегори Грей[3], Жунфен Жим Жэн[4], Д.Давваалхам[1,2]

[1]АШУҮИС, Нийгмийн Эрүүл Мэнд-ийн Сургууль
[2]Монголын хүрээлэн буй орчин, хөдөлмөрийн эрүүл мэндийн төв
[3]Техасын Их Сургууль
[4]Дюкийн Их Сургууль
Цахим шуудан: eelin097@gmail.com, Утас: 99167666

Түлхүүр үг:

Агаарын бохирдол
$PM_{2.5}$
PM_{10}
SO_2
Тоосонцор
Түүхий нүүрс
Сайжруулсан түлш

Товч утга:

Үндэслэл: Монгол Улсын Засгийн газар 2018 онд "Түүхий нүүрс хэрэглэхийг хориглох тухай" 62 дугаар тогтоолыг батлан гаргаж, 2019 оны 05 сарын 15-ны өдрөөс эхлэн дагаж мөрдөн хэрэгжүүлж эхэлсэн. Энэхүү хуулын дагуу Улаанбаатар хотын айл өрх сайжруулсан түлш хэрэглэж байгаа. Сайжруулсан түлшний хэрэглээг түүхий нүүрстэй харьцуулан судласан судалгааны ажил хомс байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл боллоо. **Зорилго:** Улаанбаатар, Дархан хотын гадаад орчны агаар дахь $PM_{2.5}$, PM_{10} болон SO_2 тоосонцруудын агууламжийн түвшинг 2014-2021 оны Ковид-19 цар тахлын хөл хорионы үеэс өмнө ба дараа үетэй харьцуулан судлах. **Арга, аргачлал:** Судалгааг Цаг уур орчны шинжэлгээний газар (цаашид ЦУОШГ гэж явах) болон Нийслэлийн агаар орчны бохирдлыг бууруулах газраас мэдээлэл авч, санд бүртгэгдсэн статистик мэдээлэлд тулгуурлан баримтын судалгааны загвараар хийж гүйцэтгэлээ. Агаарын чанарын суурин харуулын 18, Дархан хотын харуулын 2 цэгийн 2014-2021 оны мэдээллийг тус газрын зөвшөөрөлтэй авч ашигласан. Агаарын чанарын тоон мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийхдээ статистик боловсруулалтын R программыг ашиглан гүйцэтгэлээ. **Үр дүн:** 2020 оны өвлийн улиралд Улаанбаатар хотын агаар дахь агаар нарийн ширхэг тоосонцорыг дундаж агууламжийг өмнөх оны мөн үеийн дундаж агууламжтай харьцуулахад 82.4 мкг/м^3 буюу 59.6%-иар буурсан байна. Дархан хотын агаар дахь нарийн ширхэг тоосонцорын агууламж өмнөх оны мөн үетэй харьцуулахад 18.9 мкг/м^3 буюу 35.6%-иар нэмэгдсэн байна. 2020 оны өвлийн улиралд Улаанбаатар хотын агаар дахь агаар том ширхэг тоосонцорыг дундаж агууламжийг өмнөх оны мөн үеийн дундаж агууламжтай харьцуулахад 121 мкг/м^3 буюу 65.7%-иар буурсан байна. Дархан хотын агаар дахь том ширхэг тоосонцорын агууламж өмнөх оны мөн үетэй харьцуулахад 49.6 мкг/м^3 буюу 37.3%-иар нэмэгдсэн байна. Улаанбаатар болон Дархан хотын агаар дахь хүхэрлэг хийн агууламж 2019-2020 онуудад өмнөх жилүүдээс тус бүр 47.6%, 4.6% өссөн буюу цаашид нэмэгдэх төлөвтэй байна. **Дүгнэлт:** Улаанбаатар болон Дархан хотын агаарын чанарын суурин харуулын станцуудын мэдээллийг нэгтгэсэн дүнгээр SO_2 болон нарийн ширхэгт $PM_{2.5}$ тоосонцор нь түүхий нүүрс болон сайжруулсан түлшний галлагааны улмаас үүсч байна. Хөл хорио тогтоосон үеэс айл өрхийн галлагааны давтамж нэмэгдэн агаар бохирдуулагчдын хэмжээ өссөн үзүүлэлт байна. Харин PM_{10} тоосонцорт хөрсний гаралтай элементүүд олон байгаа бөгөөд энэ нь цар тахлын үеэр хөл хөдөлгөөн багассан болон зогссонтой холбоотой буурсан байна.

Үндэслэл: Дэлхий нийтэд агаарын бохирдлын улмаас зүрхний өвчин, цус харвалт, уушгины архаг бөглөрөлт, хавдар, хүүхдийн амьсгалын замын хурц халдварт өвчин зэргээр жил бүр 4.3 сая хүн нас барж байна[1]. Хүрээлэн буй орчны агаарын бохирдол нь байгалийн болон хүний үйл ажиллагаатай холбоотой олон эх үүсвэртэй ба хотод эрчим хүчний үйлдвэрлэл, тээвэрлэлт, авто машины утаа, орон сууцны халаалт, түлш ашиглах зэрэг олон зүйлээс гадаад орчны агаарын бохирдол үүсдэг[2].

Айл өрхүүд хоол хийх, гэрээ халаах, гэрэлтүүлэх зорилгоор түүхий нүүрс, сайжруулсан түлш, мод, хог хаягдал болон бусад олон төрлийн зүйлийг түлш болгон ашигладаг. Түүхий нүүрс нь ямар нэгэн байдлаар цэвэршүүлж боловсруулаагүй нүүрс бөгөөд үр дүнд угаарын хий (CO), азотын давхар исэл (NO_2), хар тугалга, хүхрийн давхар исэл (SO_2), тоосонцор (PM) зэрэг олон төрлийн бохирдуулагч бодис үүсч, тэдгээр нь хоорондоо химийн урвалд ордог байна[3].

Гадаад орчны агаар дахь PM_{10} болон $PM_{2.5}$ нь дан ганц агууламжтай бус харин маш олон төрлийн химийн элементийг агуулдаг ба тэдгээр нь хэлбэр, хэмжээ, концентрат, байрлал, цаг уурын хүчин зүйл, улирал, эх үүсвэр, ялгарал зэргээс хамааарч харилцан адилгүй байдаг. Дулааны цахилгаан станц, зуух, авто тээврийн хэрэгслүүд, хучилтгүй зам, сул хөрс шороо, үйлдвэрүүд нь агаар бохирдуулагч нарийн ширхэгт тоосонцруудын эх үүсвэр юм. Энэхүү бичил тоосонцор нь уушгины хоригийг давж цусны эргэлтэд орох боломжтой бөгөөд маш бага хэмжээтэй байсан ч эрүүл мэндэд сөргөөр нөлөөлдөг. Харин Хүхэрлэг хий (SO_2) нь хүхэр агуулсан түлш буюу түүхий нүүрс, газрын тос, хүдрийн хайлш бэлтгэл, бусад аж үйлдвэрлэлийн явцад үүсдэг, усанд сайн уусдаг, цочроох нөлөөтэй, өнгөгүй хурц үнэртэй энгийн болон хурдан амьсгалаар хүний биед хялбар нэвтэрдэг хий юм. Өндөр концентраттай SO_2–ийн нөлөөлөлд богино хугацаанд байхад нас барах эрсдэлд хүргэдэг болохыг тогтоосон[4].

Улаанбаатар хотын гадаад орчны агаарын түгээмэл бохирдуулагчид багтраа өвчлөлд ихээхэн нөлөөлж байлаг ба галлагааны улиралд бүртгэгдсэн багтрааны тохиолдол дулааны улирлынхаас 2.6 дахин их байгааг олон тоны бүтээлд хэвлэсэн байна[5].

Манай улс нь агаарын бохирдлын эсрэг олон арга хэмжээ авч байгаа бөгөөд үүний нэг нь 2010 онд Агаарын төлбөрийн тухай, 2012 онд Агаарын тухай хуулиудыг баталсан. Мөн Агаарын бохирдлыг бууруулах үндэсний хороо, Засгийн газрын тусгай сан, Цэвэр агаарын сан, Нийслэлийн агаарын чанарын алба зэрэг агаарын бохирдлыг хянаж олон нийтэд мэдээлэх үүрэгтэй байгууллагууд, агаарын бохирдлын эсрэг үйл ажиллагаа явуулдаг хороо, сан зэргийг байгуулсан[6].

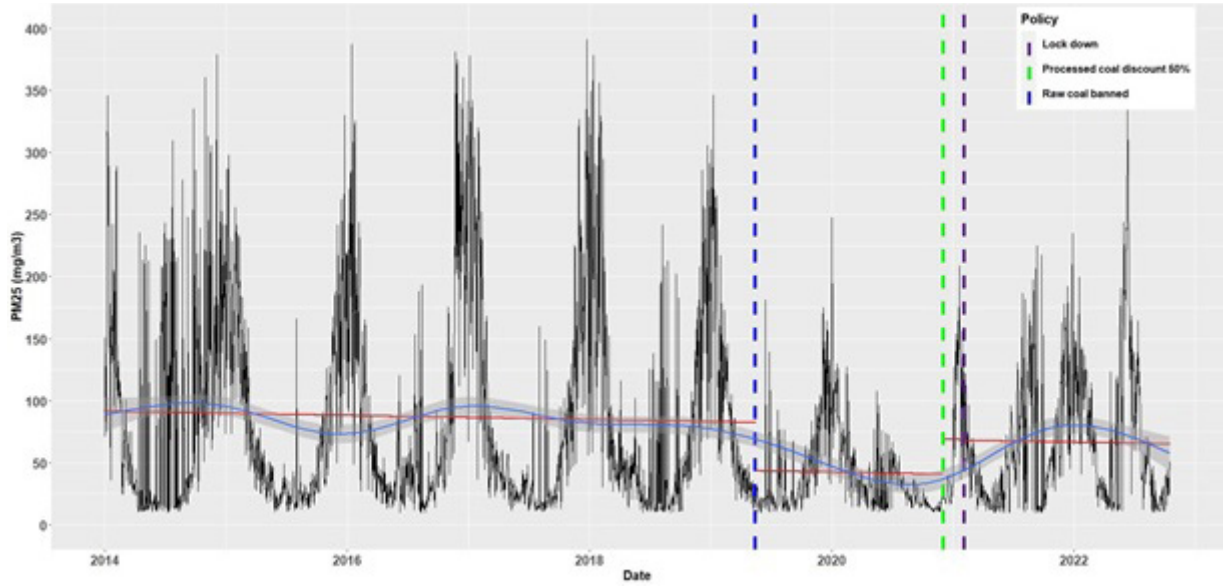
Монгол Улсын Засгийн газрын 2017 оны 98 дугаар тогтоолоор баталсан “Агаар, орчны бохирдлыг бууруулах үндэсний хөтөлбөр” (гэр хорооллын айл өрхийг стандартын шаардлага хангасан сайжруулсан түлшээр хангах, сайжруулсан түлшний үйлдвэрлэлийг дэмжин түүхий нүүрсний хэрэглээг орлуулах) зэрэг ажлын хүрээнд Монгол Улсын Засгийн газар 2018 онд “Түүхий нүүрс хэрэглэхийг хориглох тухай” 62 дугаар тогтоолыг батлан гаргаж, 2019 оны 05 сарын 15-ний өдрөөс эхлэн дагаж мөрдөн хэрэгжүүлж эхэлсэн[7]. Энэхүү хуулийн дагуу Улаанбаатар хотын айл өрх сайжруулсан түлш хэрэглэж байна. Сайжруулсан түлшний хэрэглээг түүхий нүүрстэй харьцуулсан агаарын бохирдлыг судалсан судалгаа хомс байгаа нь энэхүү судалгааг хийх үндэслэл боллоо.

Зорилго: Улаанбаатар, Дархан хотуудын гадаад орчны агаар дахь $PM_{2.5}$, PM_{10} болон SO_2 тоосонцруудын агууламжийн түвшинг 2014-2021 оны Ковид-19 цар тахлын хөл хорионы үеээс өмнө ба дараа үетэй харьцуулан судлах.

Арга, аргачлал: Судалгааг ЦУОШГ болон Нийслэлийн агаар орчны бохирдлыг бууруулах газраас мэдээлэл аван, баримтын судалгааны загвараар хийж гүйцэтгэлээ. $PM_{2.5}$, PM_{10} болон SO_2 бохирдуулагчдын мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийхдээ 2014 оны 1 сараас 2022 оны 12 сар хүртэлх хугацаанд бүртгэгдсэн нийт мэдээллийг ашигласан бөгөөд Улаанбаатар хотын агаарын чанарын суурин харуулын 18, Дархан хотын харуулын 2 цэгийн мэдээллийг ашигласан. Улаанбаатар болон Дархан хотуудын агаар дахь бохирдуулагчдын өнөөгийн байдалд дүн шинжилгээ хийхдээ Монгол улсын засгийн газраас авч хэрэгжүүлсэн бодлого шийдвэрүүд, дэлхий нийтийг хамарсан Ковид-19 цар тахлын үеийн хариу арга хэмжээнүүдтэй холбон судаллаа.

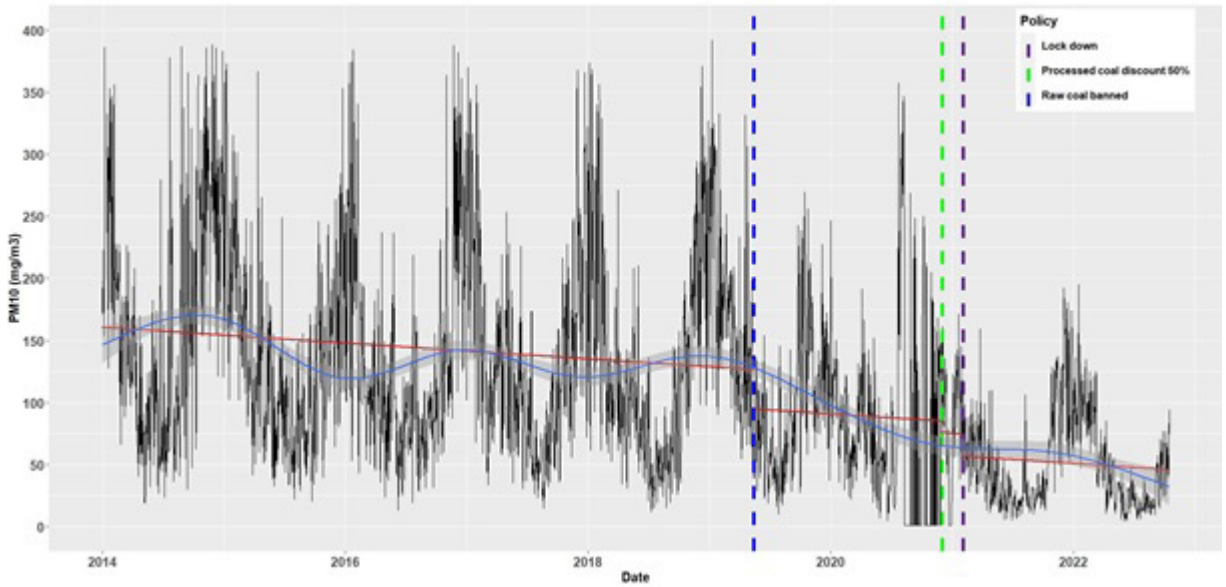
Статистик боловсруулалтын арга: Агаарын чанарын тоон мэдээлэлд дүн шинжилгээ хийхдээ статистик боловсруулалтын R программыг ашиглан гүйцэтгэлээ. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлыг бууруулах бодлогын хүрээнд авч хэрэгжүүлсэн хариу арга хэмжээ болох түүхий нүүрсний хэрэглээг халах, ковид-19 цар тахлын үеийн хөл хорио, сайжруулсан шахмал түлшний үнийн хөнгөлөлт зэрэг нь агаарын чанарт хэрхэн нөлөөлж байгааг тооцохдоо тасалдсан хугацаан цуваан шинжилгээ (Interrupted time series analysis)-ны аргыг ашигласан. $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2-ийн хугацааны трендийг үнэлэхдээ шугаман регрессийн шинжилгээний өргөтгөлүүд болох ерөнхий шугаман загвар (general linear model), ерөнхий нэмэлт загвар (generalized additive model)-ийг тус тус ашигласан.

Үр дүн: Улаанбаатар хотын агаар дахь PM_2-ын жилийн дундаж агууламж 74.7±68.3 мкг/м^3 байна. $PM_{2.5}$-ын агууламж хаврын улиралд 42.1±307 мкг/м^3, зун 49.8±55.8 мкг/м^3, намар 63.3±62.5 мкг/м^3, өвөл 147±81.1 мкг/м^3 байна. Улаанбаатар хотын агаар дахь $PM_{2.5}$-ын агууламж Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартаас 1.45 дахин, ДЭМБ-ийн агаарын чанарын удирдамжаас (AQG:2021) 4.98 дахин өндөр байна. Агаарын бохирдлыг бууруулах зорилгоор 2019.05.19 өдрөөс түүхий нүүрс хэрэглэхийг бүрэн хорьсонтой холбоотойгоор агаар дахь $PM_{2.5}$ агууламж буурах төлөвтэй байна. Харин Ковид-19 цар тахлын үед авч хэрэгжүүлсэн бүх нийтийн хөл хорио болон сайжруулсан шахмал түлшний үнийг 50% бууруулсан шийдвэрүүдтэй холбоотойгоор $PM_{2.5}$ агууламж бага зэрэг өссөн дүнтэй байна (Зураг 1).



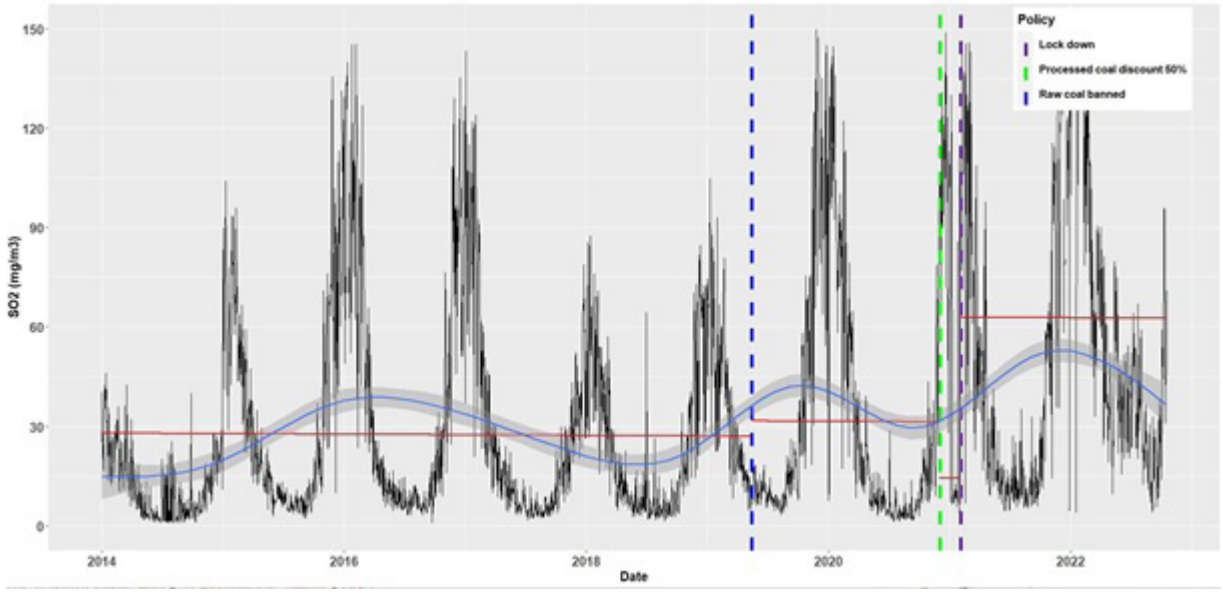
Зураг 1. Улаанбаатар хотын агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцрын ($PM_{2.5}$) агууламж (2014-2022)

Улаанбаатар хотын агаар дахь PM_{10}-ийн жилийн дундаж агууламж 113.2±72.1 мкг/м^3 байв. Нийлэл хотын агаар дахь PM_{10}-ийн агууламж хаврын улиралд 96.5±53.7 мкг/м^3, зун 67.8±65.8 мкг/м^3, намар 121.2±83.5 мкг/м^3, өвөл 176.8±93.6 мкг/м^3 байна. Улаанбаатар хотын агаар дахь PM_{10}-ийн агууламж Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартаас 1.14 дахин, ДЭМБ-ийн агаарын чанарын удирдамжаас (AQG:2021) 2.54 дахин өндөр байна. Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлыг бууруулах зорилгоор 2019.05.19 өдрөөс түүхий нүүрс хэрэглэхийг бүрэн хорьсонтой холбоотойгоор агаар дахь PM_{10} агууламж буурах төлөвтэй байна. Харин Ковид-19 цар тахлын үед авч хэрэгжүүлсэн бүх нийтийн хөл хорио болон сайжруулсан шахмал түлшний үнийг 50%-иар бууруулсан арга хэмжээтэй холбоотойгоор PM_{10} агууламж бага зэрэг өссөн ч олон жилийн төлөвтэй харьцуулахад буурсан байгаа нь ажиглагдлаа (Зураг 2).



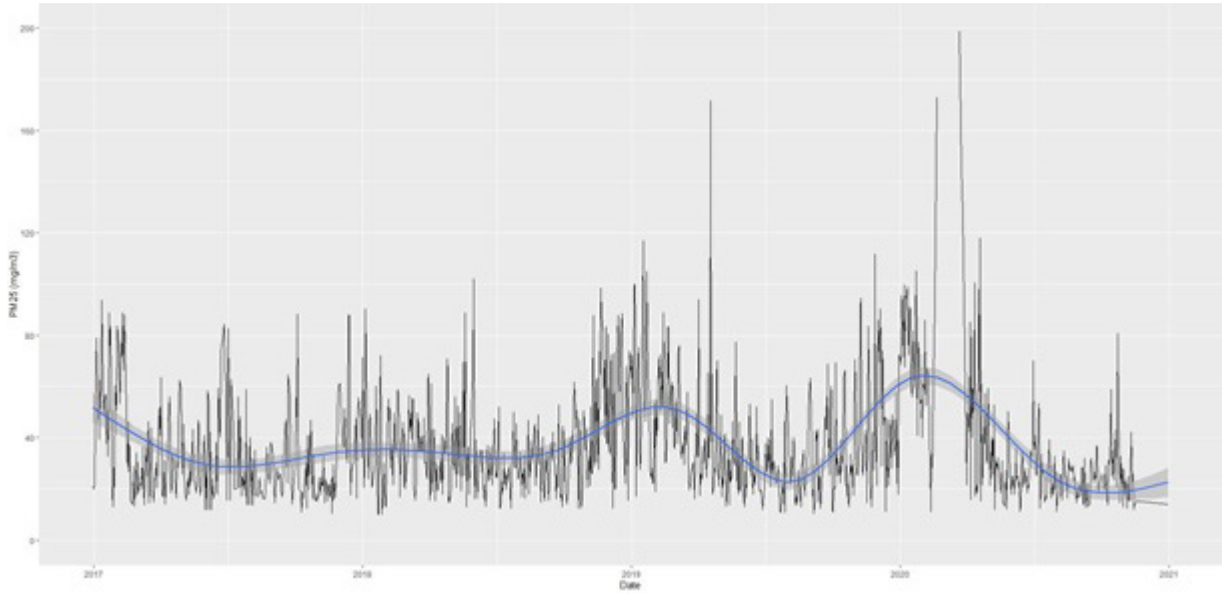
Зураг 2. Улаанбаатар хотын агаар дахь том ширхэгт тоосонцрын (PM_{10}) агууламж (2014-2022)

Улаанбаатар хотын агаар дахь SO_2-ийн жилийн дундаж агууламж 35.3±34.2 мкг/м^3 байв. SO_2-ийн агууламж хаврын улиралд 26.2±21.4 мкг/м^3, зун 10.3±11.6 мкг/м^3, намар 27.2±28.3 мкг/м^3, өвөл 77.1±45.1 мкг/м^3 байна. Өвлийн улирал дахь хүхэрлэг хийн агууламж нь Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартаас 1.54 дахин, ДЭМБ-ийн агаарын чанарын удирдамжаас (AQG:2021) 1.93 дахин өндөр байна. Улаанбаатар хотын агаар дахь SO_2-ийн агууламж өсөх төлөвтэй байна (Зураг 3).



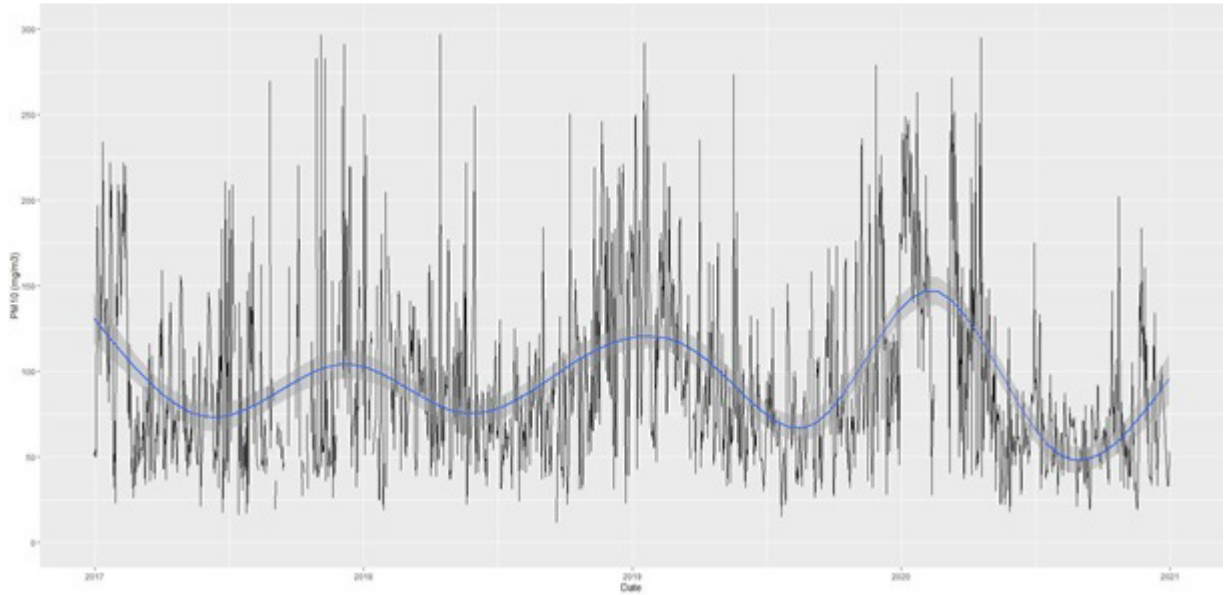
Зураг 3. Улаанбаатар хотын агаар дахь хүхэрлэг хийн (SO_2) агууламж (2014-2022)

Дархан хотын агаар дахь $PM_{2.5}$-ын жилийн дундаж агууламж 51.7±60.3 мкг/м^3 байв. Энэ нь Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартаас 1.03 дахин, ДЭМБ-ийн агаарын чанарын удирдамжаас (AQG:2021) 3.45 дахин өндөр байна. Дархан хотын агаар дахь $PM_{2.5}$-ын агууламж өсөх төлөвтэй байна (Зураг 4).



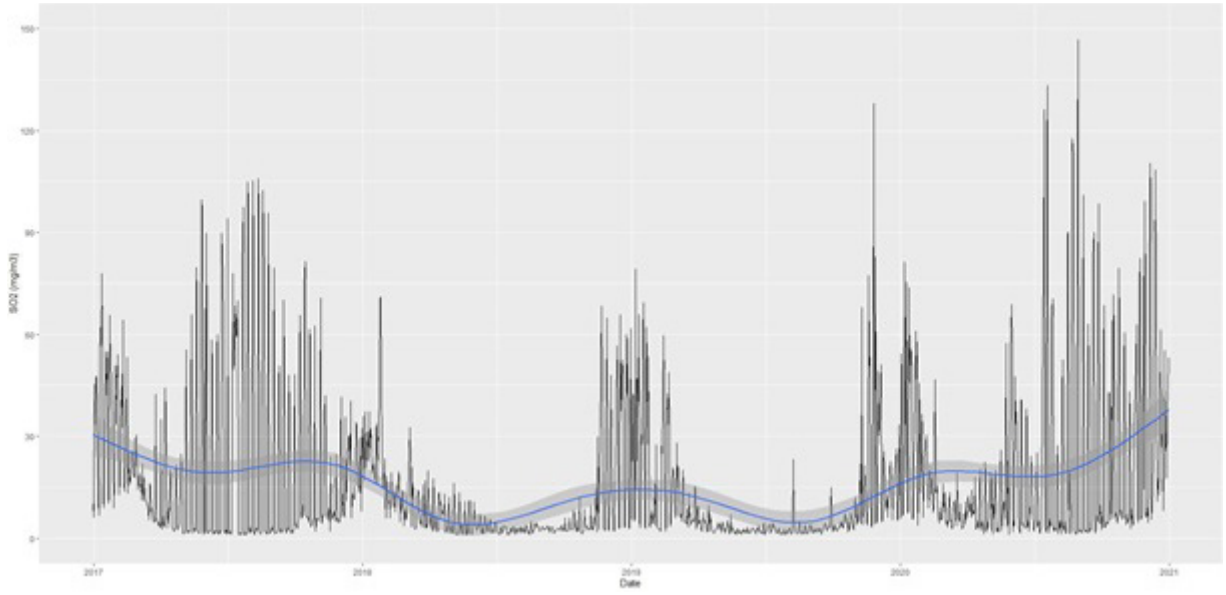
Зураг 4. Дархан хотын агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцрын ($PM_{2.5}$) агууламж (2017-2021)

Дархан хотын агаар дахь PM_{10}-ын жилийн дундаж агууламж 101.9±110.9 мкг/м^3 байна. Энэ нь Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартаас 1.01 дахин, ДЭМБ-ийн агаарын чанарын удирдамжаас (AQG:2021) 2.26 дахин өндөр байна. Дархан хотын агаар дахь PM_{10}-ын агууламж буурах төлөвтэй байна (Зураг 5).



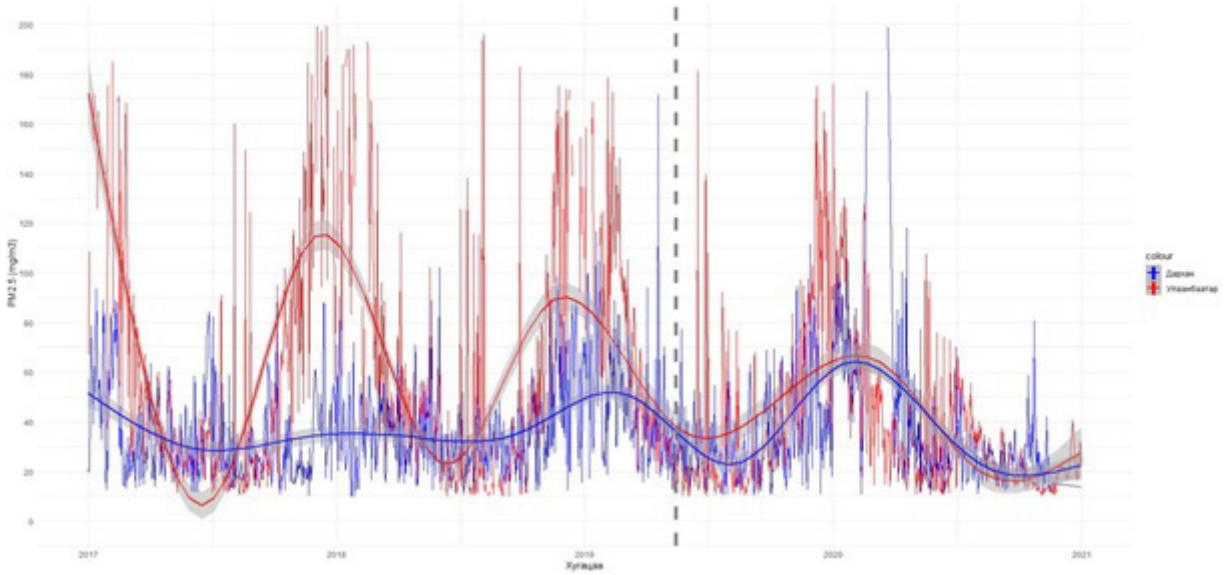
Зураг 5. Дархан хотын агаар дахь том ширхэгт тоосонцрын (PM_{10}) агууламж (2017-2021)

Дархан хотын агаар дахь SO_2-ийн жилийн дундаж агууламж 15.8±20.9 мкг/м^3 байв. SO_2-ийн агууламж хаврын улиралд 9.1±12.5 мкг/м^3, зун 13.9±28.1 мкг/м^3, намар 14.7±23.1 мкг/м^3, өвөл 25.5±19.8 мкг/м^3 байна. Өвлийн улирал дахь хүхэрлэг хийн агууламж нь Монгол улсын агаарын чанарын MNS 4585:2016 стандартаас 0.51 дахин, ДЭМБ-ийн агаарын чанарын удирдамжаас (AQG:2021) 0.63 дахин бага байна. Дархан хотын агаар дахь SO_2-ийн агууламж өсөх төлөвтэй байна (Зураг 6).



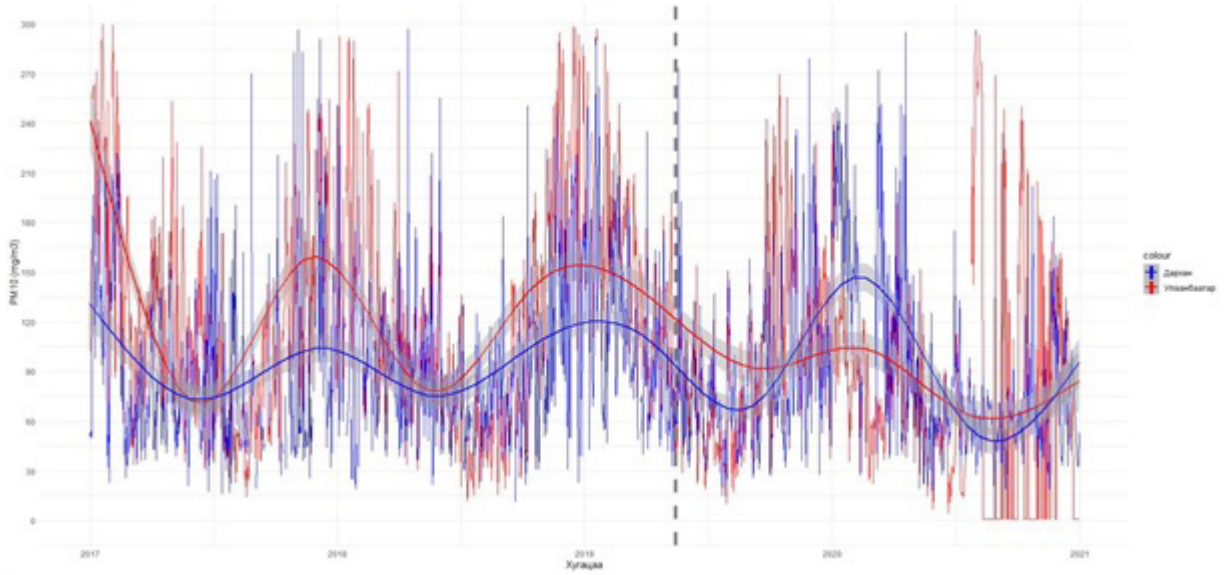
Зураг 6. Дархан хотын агаар дахь хүхэрлэг хийн (SO_2) агууламж (2017-2021)

2020 оны өвлийн улиралд Улаанбаатар хотын агаар дахь агаар нарийн ширхэг тоосонцрыг дундаж агууламжийг өмнөх оны мөн үеийн дундаж агууламжтай харьцуулахад 82.4 мкг/м^3 буюу 59.6%-иар буурсан байна. Дархан хотын агаар дахь нарийн ширхэг тоосонцрын агууламж өмнөх оны мөн үетэй харьцуулахад 18.9 мкг/м^3 буюу 35.6%-иар нэмэгдсэн байна. Улаанбаатар болон Дархан хотуудад 2020 оны өвлийн улиралд бага зэрэг бууралт ажиглагдсан бөгөөд энэ нь Ковид-19 цар тахлын үеийн хөл хориотой холбоотой байж болох юм (Зураг 7).



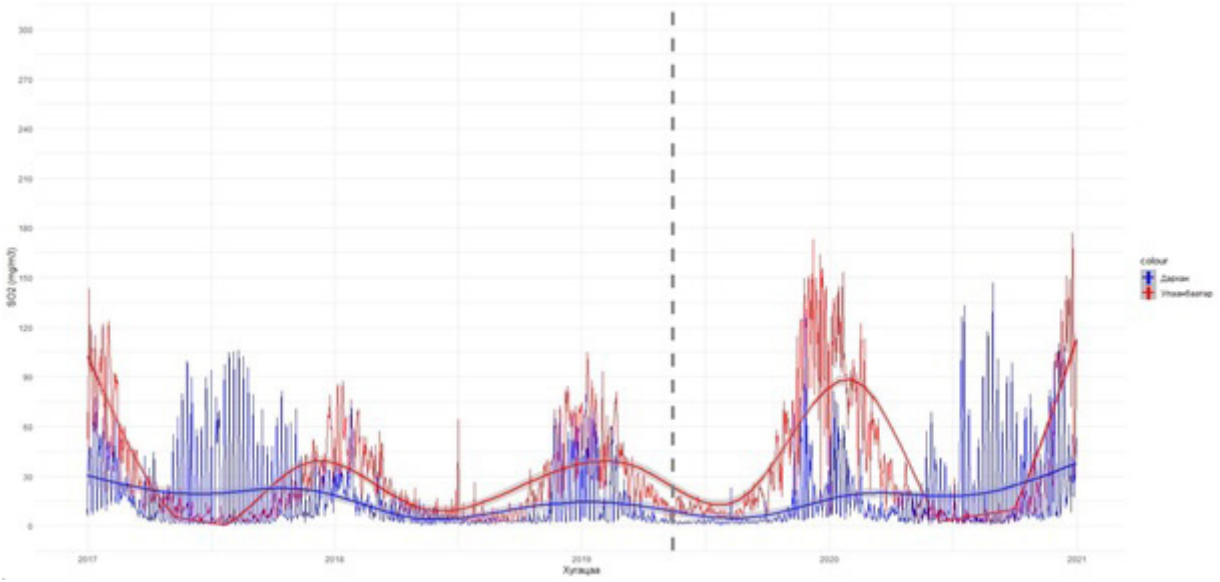
Зураг 7. Улаанбаатар болон Дархан хотын агаар дахь нарийн ширхэгт тоосонцрын ($PM_{2.5}$) агууламжийг харьцуулсан үр дүн (2017-2021)

2020 оны өвлийн улиралд Улаанбаатар хотын агаар дахь агаар том ширхэг тоосонцрыг дундаж агууламжийг өмнөх оны мөн үеийн дундаж агууламжтай харьцуулахад 121 мкг/м^3 буюу 65.7%-иар буурсан байна. Дархан хотын агаар дахь том ширхэг тоосонцрын агууламж өмнөх оны мөн үетэй харьцуулахад 49.6 мкг/м^3 буюу 37.3%-иар нэмэгдсэн байна. Улаанбаатар болон Дархан хотуудад 2020 оны өвлийн улиралд бага зэрэг бууралт ажиглагдсан бөгөөд энэ нь Ковид-19 цар тахлын үеийн хөл хориотой холбоотой байж болох юм (Зураг 8).



Зураг 8. Улаанбаатар болон Дархан хотын агаар дахь том ширхэгт тоосонцрын (PM_{10}) агууламжийг харьцуулсан үр дүн (2017-2021)

Хүхэрлэг хийн агууламж Улаанбаатарт 2017 онд 26.4±28.5 мкг/м^3, 2018 онд 23.2±22.0 мкг/м^3, 2019 онд 37.6±37.8 мкг/м^3, 2020 онд 35.6±40.6 мкг/м^3, Дарханд 2017 онд 20.6±25.5 мкг/м^3, 2018 онд 10.0±13.4 мкг/м^3, 2019 онд 10.2±15.9 мкг/м^3, 2020 онд 21.8±27.8 мкг/м^3 болж нэмэгдсэн байна. Улаанбаатар болон Дархан хотын агаар дахь хүхэрлэг хийн агууламж 2019-2020 онуудад өмнөх жилүүдээс тус бүр 47.6%, 4.6% өссөн буюу цаашид нэмэгдэх төлөвтэй байна (Зураг 9).



Зураг 9. Улаанбаатар болон Дархан хотын агаар дахь хүхэрлэг хийн (SO_2) агууламжийг харьцуулсан үр дүн (2017-2021)

Хэлцэмж: Хятад улсад хийгдсэн судалгаагаар судлаач Бао, Жан нар (2020), Ковид-19 цар тахлын үеийн агаар бохирдуулагчдын мэдээллийг өмнө онуудтай харьцуулахад PM_{10} болон $PM_{2.5}$ агууламж мэдэгдэхүйц буурсан. Мөн хүхэрлэг хий нь (SO_2) чулуужсан түлшний шаталтаас үүсэлтэй гэж үздэг бөгөөд хотод 9-20%, хотын захын хороололд 17-19%-иар буурсан байгааг тодорхойлсон байна[8]. Харин бидний судалгааны үр дүнд Улаанбаатар хотын $PM_{2.5}$ болон SO_2 нь Ковид-19 цар тахлын үеэр өссөн үзүүлэлттэй байгаа юм. Энэ нь цар тахлын үеэр айл өрх гэртээ өнгөрөөх цаг ихэссэнээс галлах давтамж нэмэгдэн түүнээс ялгарах нарийн ширхэгт тоосонцор агаарт их болсонтой холбоотой байж болох юм[9].

Харин PM_{10} нь түлш шаталтаас үүдэлтэй ялгарлаас гадна автозамаас бужигнах тоос, сул хөрс шороо, барилга байгууламжаас үүсэлтэй байдаг[10]. Монгол Улсад Ковид-19 ийн дотоодын анхны халдвар бүртгэгдсэнтэй холбоотой хатуу хөл хорио тогтоон зайлшгүй 18 чиглэлээс бусад үйл ажиллагааг хязгаарласан. Эдгээр тооны эх үүсвэрүүд багассантай холбоотой агаарын бохирдуулагч том ширхэгт PM_{10} нь буурсан байж болох юм гэж дурьдсан байна[11].

Хүн амын өсөлт нь жилээс жилд ихсэж нэг хэсэгт төвлөрснөөр агаарын бохирдол нэмэгдэж байна[12.] Улаанбаатар хотод амьдарч байгаа айл өрхийн ихэнх хувь нь галлагаа хийдэг суудаг амьдарч байгаа бөгөөд 5 тонн түлш ойролцоогоор түлдэг, энэ тоо жилээс жилд нэмэгдэж байна[13.] Түүний нүүрс болон сайжруулсан түлшнээс ялгарч буй бичил тоосонцор нь уушгины хоригийг давж цусны эргэлтэд орох боломжтой бөгөөд маш бага хэмжээтэй байсан ч эрүүл мэндэд хор нөлөөтэй[14].

Улаанбаатар хотод хийгдсэн судалгаагаар одоо хэрэглэгдэж буй 3 төрлийн нүүрсийг харьцуулж үзэхэд багануур нүүрс хамгийн бага хүхрийн агууламжтай бөгөөд өөрчлөлт багатай байсан. Харин налайх болон алагтолгойн нүүрсний хүхэр 1%-иас дээш байгаа нь SO2-ыг бууруулахад асуудал болоод байна гэж үзэж байна[15]. Бидний судалгаанаас харвал Улаанбаатар болон Дархан хотуудад SO_2 өсөх хандлагатай байгаа нь агууламжтай холбоотой байж болно гэж үзэж байна.

Дүгнэлт: Агаар бохирдуулагч $PM_{2.5}$, PM_{10} болон SO_2 жил, улирал, сар, 24 цагаар хэлбэлзэж байна. Улаанбаатар болон Дархан хотын агаарын чанарын суурин харуулын станцуудын мэдээллийг нэгтгэсэн дүнгээр хүхрийн давхар исэл (SO_2) болон нарийн ширхэгт $PM_{2.5}$ тоосонцор түүхий нүүрс болон сайжруулсан түлшний галлагааны улмаас үүсэж байна. Хөл хорио тогтоосон үеэс айл өрхийн галлагааны давтамж нэмэгдэн агаар бохирдуулагчдын хэмжээ өссөн үзүүлэлт байна. Харин PM_{10} тоосонцорт хөрсний гаралтай элементүүд олон байгаа бөгөөд энэ нь цар тахлын үеэр хөл хөдөлгөөн багассан болон зогссонтой холбоотой буурсан байна.

Ном зүй:

1. *Дэлхийн эрүүл мэндийн байгууллага, http//www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/, 2023*
2. *Нийгмийн эрүүл мэндийн хүрээлэн, Бариmтын цомог, Агаарын бохирдол хүний эрүүл мэндэд, 2018, х27-28*
3. *Хүрээлэн буй орчны агаарын бохирдлын нөлөөнөөс улбаалсан өвчлөлийн дарамт. Үр дүнгийн хураангуй. ДЭМБ; 2018 (http://www.who.int/airpollution/data/en/*
4. *Amarsaikhan, D., Battsengel, V., Nergui, B., Ganzorig, M., Bolor, G. (2014). A study on air pollution in Ulaanbaatar city, Mongolia. J. Geosci. Environ. Prot. 2, 123–128. https://doi.org/10.4236/gep.2014.22017*
5. *Нийслэлийн агаарын чанарын албаны тайлан . Улаанбаатар, 2018*
6. *Хууль Зүйн Үндэсний хүрээлэн, Агаарын тухай хууль, 2012*
7. *Монгол Улсын Засгийн газар, Эрчим Хүчний яам, Түүхий нүүрс хэрэглэхийг хориглох тухай хууль,Улаанбаатар, 2018*
8. *Bao R, Zhang A. Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. Sci Total Environ. 2020 Aug 20; 731:139052.*
9. *Soyol-Erdene, T.O., Ganbat, G., Baldorj, B. (2021). Urban Air Quality Studies in Mongolia: Pollution Characteristics and Future Research Needs. Aerosol Air Qual. Res. 21, 210163. https://doi.org/10.4209/aaqr.210163*
10. *Lorentz, H., Müller, W.J., Baumbach, G., Vogt, U., Eisold, A. (2019). Further development of air quality control planning and air quality monitoring in Ulaanbaatar (Mongolia). German Envi-*

ronmental Agency p15-17
11. Batbold, C., Chonokhuu, S., Buuveijargal, K., Gankhuyag, K. (2021). Source apportionment and spatial distribution of heavy metals in atmospheric settled dust of Ulaanbaatar, Mongolia. Environ. Sci. Pollut. Res. 28, 45474–45485. https://doi.org/10.1007/s11356-021-13861-2
12. Guttikunda S (2007) Urban air pollution analysis for Ulaanbaatar, the World Bank Consultant Report, p1-2
13. Davy PK, Gunchin G, Markwitz A et al (2011) Air particulate matter pollution in Ulaanbaatar, Mongolia: determination of composition, source contributions and source locations. Atmos Pollut Res 2:126–137
14. Barabad, M.L.M., Jung, W., Versoza, M.E., Kim, M., Ko, S., Park, D., Lee, K. (2018). Emission characteristics of particulate matter, volatile organic compounds, and trace elements from the combustion of coals in Mongolia. Int. J. Environ. Res. Public Health 15, 1706. https://doi.org/10.3390/ijerph15081706
15. Агаарын бохирдлыг бууруулах газар, Монгол улс Улаанбаатар хотын агаарын бохирдлын хяналтын яадавхыг бэхжүүлэх төсөл. Төслийн ажлын эцсийн тайлан, 2017, 248-252

Comparative study of outdoor air pollution in Ulaanbaatar and Darkhan

Eelin Kh[1,2], Ser-Od Kh[1], Jargalsaikhan G[1,2], Gregory C. Gray[3], Junfeng Zhang[4], Davaalkham D[1,2]

[1]School of Public Health, MNUMS
[2]Mongolian center for Environmental and Occupational Health
[3]University of Texas, Medical Branch
[4]Duke University
E-mail: eelin097@gmail.com, Tel: +976-99167666

Background: In 2018, the Government of Mongolia approved Resolution No. 62 “Prohibiting the use of raw coal” and began to implement it from May 15, 2019. According to this law, households in Ulaanbaatar use processed coal, but Darkhan city still uses raw coal. The paucity of air pollution studies comparing the use of processed coal with raw coal prompted this study.
Aim: To compare outdoor air pollutants $PM_{2.5,}$ PM_{10} and NO_2 in 2014-2021 in Ulaanbaatar and Darkhan cities.
Materials and Methods: The research was carried out using a fact-finding model based on the integrated statistical data of the Ministry of Education and Culture. The pollutants of $PM_{2.5}$, PM_{10} and NO_2 particles in the air of the cities of Ulaanbaatar and Darkhan compared to before and after the 2014-202, Covid-19 pandemic. In Ulaanbaatar 18 and 2 in Darkhan air quality monitoring stations were shown to monitor the air condition and pollutants. Analysis of quantitative air quality data was performed using statistical processing software R.
Results: In the winter of 2020, the average concentration of fine particles in the air of Ulaanbaatar city decreased by 82.4 μg/m^3 or 59.6% compared to the average concentration in the same period of the previous year. The concentration of fine particles in the air of Darkhan increased by 18.9 μg/m^3 or 35.6% compared to the same period of the previous year. In the winter of 2020, the average concentration of large particles in the air of Ulaanbaatar city decreased by 121 μg/m^3 or 65.7% compared to the average concentration in the same period of the previous year. The concentration of large particles in the air of Darkhan increased by 49.6 μg/m^3 or 37.3% compared to the same period of the previous year. NO_2 concentration in the air of Ulaanbaatar and Darkhan tend to increase in the future. Darkhan city’s average NO_2 concentration is 25.48μg/m^3 and Ulaanbaatar city’s yearly concentration was 25.80μg/m^3.
Conclusions: According to the aggregated data from air quality monitoring stations in Ulaanbaatar and Darkhan cities, fine $PM_{2.5}$ particles are caused by the burning of raw coal and processed coal. Since the curfew was imposed, the number burning coal increased and the amount of air pollutants has increased. However, PM_{10} particles contain more soil-derived elements, which decreased due to reduced and stopped traffic during the pandemic.

Keywords: Air pollution, $PM_{2.5}$, PM_{10}, SO_2, Particulate matter, Raw coal, Processed coal