

УДК: 613.155.3

**ZAMONAVIY DAVLAT VA XUSUSIY MAKTABLARDA MAKTAB ICHI OMILLARINING
KARBONAT ANGIDRID VA CHANGLANGANLIK DARAJASINI GIGIYENIK XUSUSIYATLARI**

Xayitov Javoxir Baxodirovich – Toshkent davlat tibbiyot universiteti, PhD, Bolalar, o'smirlar va ovqatlanish gigiyenasi kafedrası dotsenti

Tadqiqot maqsadi. Maktablarda ta'lim oladigan bolalar va o'smirlarning jismoniy rivojlanishiga va salomatlik holatiga ta'sir etuvchi maktab ichi omillarini yaxshilashga qaratilgan gigiyenik tavsiyalarni takomillashtirish.

Tadqiqot materiallari va usullari. Xususiy va davlat maktablari, sinf xonalaridagi thermo-hygro CO₂ meter, PM_{2,5} (ug/m³), PM₁₀(ug/m³), PMTSP (ug/m³) miqdorlari. Tadqiqotda instrumental, analitik, sanitar gigiyenik, biokimyoviy va statistik tadqiqot usullaridan foydalanildi.

Xulosa. Olingan natijalar inobatga olgan holda sinf honalardagi PMTSP(ug/m³) miqdori va Thermo-hygro CO₂ meter miqdori darajasini tushurish uchun muntazam monitoring juda muhimdir, binolarni muntazam ravishda ventilyatsiya qilish va ta'lim muassasalarining havo sifatini tizimli monitoring qilish borish zarurligini ko'rsatadi.

Annotatsiya. Maktab sinf honalaridagi ichki havo sifati o'quvchilarning salomatligi va ta'lim tarbiyasharoitlariga muhim rol o'ynaydi. Sinf xonalardagi jixozlar, elektron qurimalar va zamonaviy o'quv qurollari tarkibidagi kimyoviy birikmalar mavjudligi va hozirgi zamonaviy rivojlanib borish sharoitlari maktab binolaring joylashuv va atrofdagi inshoatlarni mavjudligi mintaqada joylashgan maktab sinf xonalarida chang zarrachalari va CO₂ yuqori darajasi nazorat qilish hozirgi zamon talablaridan hisoblanadi. Shuni inobatga olgan holda maktab binolaridagi havo tarkibida changlarning miqdori hamda CO₂ darajasini maktab sinfxonalarida nazorat va miqdorini pasaytirish muhim ahamiyat kasb etadi. O'rganilayotgan xususiy va davlat maktablaring muhitini quyidagi omillari o'rganildi yani: ta'lim muassasalarining sinf xonalaridagi thermo-hygro CO₂ meter, PM_{2,5} (ug/m³), PM₁₀(ug/m³), PMTSP (ug/m³), miqdorini maktab ichi omillarini optimallashtirish va havo muhiti sifatini yaxshilash, shuningdek ta'lim va tarbiya sharoitlari to'g'risidagi taxlillar olib borilgan.

Kalit so'zlar: changlanganlik, chang zarrchalari, sinf honalardagi miqdori, SO₂ miqdori.

Цель исследования. Совершенствование гигиенических рекомендаций, направленных на улучшение внутренних факторов внутришкольной среды, влияющих на физическое развитие и состояние здоровья детей и подростков, обучающихся в школах.

Материалы и методы исследования. Изучены показатели Thermo-hygro CO₂ meter, PM_{2,5} (ug/m³), PM₁₀(ug/m³), PMTSP (ug/m³) в учебных частных и государственных школ. В исследовании использовались инструментальные, аналитические, санитарно-гигиенические, биохимические и статистические методы.

Заклучение: с учетом полученных результатов, для снижения уровня концентрации PMTST (мкг/м³) и Thermo-hygro CO₂ meter показателей в учебных помещениях крайне важен регулярный мониторинг. Результаты указывают на необходимость регулярного проветривания зданий и проведения систематического контроля качества воздуха в образовательных учреждениях..

Аннотация. Качество воздуха внутри школьных классах играет важную роль в сохранении здоровье учащихся и обеспечении надлежащих условиях обучения. Наличие химических соединений в составе школьной мебели, электронных устройств и современных учебных пособиях, а также современные условия урбанизации,

расположение школьных зданий и наличие окружающих объектов диктуют необходимость контроля высокого уровня пылевых частиц и CO_2 в учебных помещениях. Исходя из этого контроль и снижение концентрации пыли и уровня CO_2 в воздухе школьных классов приобретает важное значение. В ходе работы были изучены факторы среды в исследуемых частных и государственных школах, а именно: показатели Thermo-hygro CO_2 meter, $\text{PM}_{2,5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PMTSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), Проведен анализ условий обучения и воспитания, направленный на оптимизацию внутришкольных факторов и улучшение качества воздушной среды

Ключевые слова: запыленность, пылевые частицы, концентрация в классах, содержание CO_2 .

The purpose of the study was to improve hygiene recommendations aimed at improving internal factors of the school environment that influence the physical development and health of children and adolescents studying in schools.

Materials and methods of the study. The indicators studied Thermo-Hygro CO_2 meter, $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), and PMTSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) in private and public schools. The study used instrumental, analytical, sanitary-hygienic, biochemical, and statistical methods.

Conclusion: Taking into account the obtained results, to reduce the level of concentration of PMTST ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) and Thermo-hygro CO_2 meter Regular monitoring of educational indicators in classrooms is crucial. The results indicate the need for regular ventilation of buildings and systematic air quality monitoring in educational institutions.

Abstract. Indoor air quality in school classrooms plays an important role in maintaining student health and providing appropriate learning conditions. The presence of chemical compounds in school furniture, electronic devices, and modern teaching aids, as well as modern urbanization conditions, the location of school buildings, and the presence of surrounding objects, dictate the need to control high levels of dust particles and CO_2 in classrooms. Based on this, monitoring and reducing dust concentrations and CO_2 levels in the air of school classrooms is of great importance. In the course of the work, environmental factors were studied in the studied private and public schools, namely: thermo-hygro indicators CO_2 meter, $\text{PM}_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), PMTSP ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). An analysis of the conditions of education and upbringing was conducted, aimed at optimizing intra-school factors and improving the quality of the air environment.

Key words: dustiness, dust particles, concentration in classes, CO_2 content.

Dolzarbligi va zarurati. Bolalar maktabda ko'p vaqtlarini bino ichida o'tkazishlarini hisobga olsak, ularning ta'lim tarbiyasi uchun yaxshi ichki havo sifatini (IAQ) saqlash juda muhimdir. Atrof-muhit omillari o'quvchilarning o'quv natijalariga ta'sir qilishi mumkin, ammo sinfxonalarning ichki muhit sifati ham o'qitish, ham o'rganish natijalariga sezilarli darajada ta'sir qilishi ko'rsatilgan [1].

Havo sifati kabi atrof-muhit omillari o'qitish-o'rganish jarayoniga bevosita ta'sir qiladi va sinfda innovatsiyalar uchun katta imkoniyatlar yaratadi [2]. Maktablardagi yopiq muhit sifati (IAQ) bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar ko'pincha shamollatishning yetarli emasligi, haroratning noto'g'riligi va havoda zarrachalarning mavjudligi kabi keng tarqalgan muammolarni ta'kidlaydi. Xususan, shahar maktablari qishloq maktablariga qaraganda zarrachalarning (PM) yuqori konsentratsiyasiga duch kelmoqda, shahar respondentlarining 57 foizi sinf xonalarida zarrachalar mavjudligini xabar qilishgan. Ushbu topilmalar ta'lim muassasalarida havo sifatining pastligi muammosining keng tarqalganligini ta'kidlaydi va shamollatishni yaxshilash zarurligini kuchaytiradi, chunki hozirgi darajalar ko'pincha tavsiya etilgan minimal standartlardan past bo'ladi [3].

Shaharlardagi so'rovnomaga respondentlarining atigi 41% havo "toza", 58% "biroz toza" va 8% umuman toza emas degan xulosaga kelishgan. Bundan tashqari, umuman olganda (shahar va qishloq joylarida) aniq javob yo'q (48% havo "biroz toza" va 45% "toza" ekanligini aytishgan). Qishloqdagi bolalar shahar maktablaridagi ham kasblariga qaraganda sinf xonalari ichida nafas olayotgan havodan ko'proq qoniqishadi. Havo sifati bo'yicha eng yaxshi ballar yangi qishloq maktabida va ta'mirlangan qishloq maktabida qayd etilgan. Bu qurilish guruhi tomonidan bajarilgan ishlar yaxshi bo'lganligini yoki bu yaxshi natijalarga ta'sir qilgan boshqa omillar borligini anglatadi. [3].

Maqsad: shahar sharoitlaridagi maktab sinf honalarini havo tarkibini nazorat qilish hamda ilmiy tadqiqot olib borish muxim.

Tadqiqot materiallari va usullari. Sinfxonalarning havodagi CO₂ miqdori Thermo-hydro CO₂ meter apparitida o'lchandi, maktab xonalarida chang miqdori GT-331 (Aerosol Mass Monitor) asbobida o'lchandi. apparati yordamida o'lchandi bunda PM_{2,5} (ug/m³), PM₁₀(ug/m³), PMTSP (ug/m³) natijalari o'rganildi.

Davlat va xususiy maktab binolaridagi sinf honalar va yo'laklardagi havo tarkibini o'rganish natijalari shuni ko'rsatdiki yani PMTSP (ug/m³) miqdori (muallaq zarrachalar hisoblanib bunda chang, tutun, gul changlari va h.) dars boshlanishida va dars ohirida o'lchab borildi. Davlat maktablarida natijalar 1-qavatda joylashgan janubiy-sharq xonada dars boshida 175,13±14,08 ug/m³ tashkil qilgan bo'lsadras oxirida esa 171,44±17,63 ug/m³ tashkil qilgan o'zgarish yuqori bo'lmagan bo'sa xam PMTSP (ug/m³) meyordan yuqoriligi saqlanib qolgan. 2-qavatda joylashgan janubiy-sharq xonada dars boshida 108,78±12,87 ug/m³ tashkil qilgan bo'lsadras oxirida esa 103,26±14,2 ug/m³ tashkil qilgan o'zgarish yuqori bo'lmagan bo'sa xam PMTSP (ug/m³) meyordan yuqoriligi saqlanib qolgan. Hususiy maktablarida natijalar 1-qavatda joylashgan janubiy-sharq xonada dars boshida 152,45±16,07 ug/m³ tashkil qilgan bo'lsadras oxirida esa 148,46±13,75 ug/m³ tashkil qildi va meyoriy ko'rsadkichni saqlab qoldi bu PMTSP (ug/m³) meyorlari bolalar sonining kamligi va harakati pastligi bilan izohlandi

PMTSP (ug/m³) miqdori (muallaq zarrachalar hisoblanib bunda chang, tutun, gul changlari va h.) 1-jadvalda ko'rinib turibdiki 1-qavatda joylashgan sinf honalarga qaraganda yuqori qavatlarda changlanginlik pasliga aniqlandi.

Jadval-1

PMTSP(ug/m ³) miqdori					
O'lchov o'rni	maktablar				
	davlat maktab		xususiy maktab		
	Dars boshida	Dars ohirida	Dars boshida	Dars ohirida	
1-qavat janubiy-sharq xona	175,13±14,08	171,44±17,63	152,45±16,07	148,46±13,75	
1-qavat shimoliy-g'arb xona	172,35±7,24	165,23±15,41	148,72±13,78	144±12,61	
1-qavat yo'lak	172,84±15,12	165,56±13,85	149,16±10,91	143,2±12,03	
2- qavat janubiy-sharq xona	108,78±12,87	103,26±14,2	83,91±8,23	70,6±8,51	
2- qavat shimoliy-g'arb xona	99,52±7,09	96,96±10,89	74,31±8,56	68,66±8,33	
2-qavat yo'lak	94,63±8,62	90,83±9,75	74,32±8,57	69,1±8,24	
3- qavat janubiy-sharq xona	168,27±11,12	162,2±17,16	86,08±9,85	81,2±9,37	
3- qavat shimoliy-g'arb xona	166,71±15,71	163,43±16,84	86,97±9,75	79,13±8,64	
3-qavat yo'lak	171,19±14,86	168,66±15,11	85,12±9,08	78,4±8,52	

Sinfdagi karbonat angidrid CO_2 darajasi miqdori oshishi o'quvchilarning diqqatini jamlash, va umumiy salomatligi holatiga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin. CO_2 miqdorini m'yoridan oshib borishi sinfdagi bolalar va o'smirlarning o'zlashtirish natijalar va darslarda faol qatnashishi o'quv muhitini yomonlashishiga olib keladi.

Bilimizki CO_2 inson nafas olishining tabiiy natijasida qo'shimcha hosil bo'lishi demakdir. Honalarni yomon shamollatiladigan sinf xonalarida CO_2 to'planib, o'quvchilarning o'qishiga sekinlik bilan zarar yetkazishi mumkin. CO_2 ning tabiiy miqdori sinf xonalarida odatda uchraydigan darajada to'g'ridan-to'g'ri zaharli bo'lmasada, inson omili natijasida honalarda uning miqdor darajasi shamollatishning yetarli bo'lmasligi natijasida oshib boradi.

Bundan tashqari, yuqori CO_2 darajasi kognitiv funktsiyaga bevosita ta'sir qilishi mumkin, bu esa o'quvchilarning diqqatini jamlashni, ma'lumotni qayta ishlashni va bilimlarni eslab qolishni, atrof-muhitni anglash, muammolarni yechish, o'rganishni qiyinlashtiradi.

Tadqiqotlar CO_2 darajasi va kognitiv faoliyat o'rtasidagi salbiy bog'liqlikni doimiy ravishda ko'rsatib kelmoqda. Tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, hatto o'rtacha darajada yuqori CO_2 konsentratsiyasi ham qaror qabul qilish, diqqatni jamlash va umumiy kognitiv funktsiyaga salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Maktablarda olib borilgan tadqiqot natijalari CO_2 miqdori dars boshida va dars ohirida qarab miqdori o'zgarib bordi bunda

CO_2 va PM ning miqdorining sinf honalaridagi o'quvchilarning his-tuyg'ulariga ta'siri, havo sifati, sog'liq va hissiyot o'lchamlariga sezilarli darajada ta'sir qilishi mumkin, havo sifati yomonlashishi ko'pincha salomatlik holatiga ta'siri, past samaradorlik va salbiy ta'sir bilan bog'liq. Regressiya modellari va korrelyatsiya tahlillaridan foydalangan holda, RM1 , $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10} va CO_2 kabi turli ifloslantiruvchi moddalarning bolalar va o'smirlarning kayfiyati g'azab, qo'rquv, qayg'u, baxt, siqilish va befarqlik kabi his-tuyg'ularga ta'sirini aniqlangan. [4]

Natijalar CO_2 darajalari va turli xil his-tuyg'ular, ayniqsa salbiy ta'strga ega bo'lganlar o'rtasida sezilarli, ammo kuchsiz korrelyatsiyalarni aniqladi. CO_2 va jahildorlik ($\rho = 0.098$, $p < 0.001$), nafrat ($\rho = 0.078$, $p < 0.001$) va qayg'u ($\rho = -0.051$, $p < 0.001$) kabi his-tuyg'ular o'rtasida bog'liqliklar bor. Bu korrelyatsiyalar CO_2 ning yuqori darajalari salbiy his-tuyg'ularning ko'payishi bilan bog'liq bo'lishi mumkinligini ko'rsatadi. Bu topilmalar qisman avvalgi tadqiqotlarga, xususan, CO_2 va salbiy his-tuyg'ular o'rtasidagi bog'liqlikka oid ma'lumotlarga mos keladi. Bu CO_2 ning ko'payishi qo'rquv darajasining oshishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin degan fikrni qo'llab-quvvatlaydi. [5]

Hususi va davlat maktablaridagi sinf honalardagi CO_2 miqdori dars boshida va dars oxirida natijalari taqoslanganda 1- qavat janubiy- sharq xona dars boshlanishidan oldin $1135,21 \pm 22,57$ ppm ni tashkil qilgan bo'lasa dars oxirida $1458,33 \pm 23,19$ ppm tashkil qilib bu xavo sifati dars ohiriga kelib 45,8% ga sifat kursatkichi yomonlashishi kuzatilgan. Xususi 1- qavat janubiy- sharq xona dars boshlanishidan oldin $978,53 \pm 18,39$ ppm ni tashkil qilgan bo'lasa dars oxirida $1256,45 \pm 23,44$ ppm tashkil qilib bu xavo sifati dars ohiriga kelib 25,6% ga sifat kursatkichi yomonlashishi kuzatilgan. Davlat maktabi 2- qavat janubiy- sharq xona $1084,12 \pm 18,98$ ppm ni tashkil qilgan bo'lasa dars oxirida $1356,33 \pm 20,09$ ppm tashkil qilib bu xavo sifati dars ohiriga kelib 35,6% ga sifat kursatkichi yomonlashishi kuzatilgan. Xususi maktabi 2- qavat janubiy- sharq xona $1135,87 \pm 19,31$ ppm ni tashkil qilgan bo'lasa dars oxirida $1481,52 \pm 23,61$ ppm tashkil qilib bu xavo sifati dars ohiriga kelib 48,1% ga sifat kursatkichi yomonlashishi kuzatilgan. 2-jadval.

Toza havoda taxminan 0,03-0,04% karbonat angidridni CO_2 o'z ichiga oladi, bu bizning nafas oladigan havo uchun zarur bo'lgan miqdor hisoblanadi. Bolalar va o'smirlar maktablarda o'quv jarayonlarida sinflarda charchoq, uyquchanlik, asabiylashish his qilishadi. Ko'pchilik bu holatni kislorod etishmasligi bilan bog'laydi. Aslida, bu alomatlar havodagi karbonat angidrid CO_2 darajasining ko'tarilishidan kelib chiqadi. Kislorod etarli bo'lsada, sinf honalardagi karbonat

angidrid miqdori ortiqcha bo'ladigan bo'lsa o'quvchilar o'rtasida charchoq, uyquchanlik, asabiylashish holati kuzatiladi.

Jadval-2

Thermo-hygro CO ₂ meter					
№	O'lchov o'rni	maktablar			
		davlat maktab		xususiy maktab	
		Dars boshida	Dars ohirida	Dars boshida	Dars ohirida
1	1- qavat janubiy-sharq xona	1135,21±22,57	1458,33±23,19	978,53±18,39	1256,45±23,44
2	1- qavat shimoliy- g'arb xona	1263,71±21,63	1738,33±24,78	1023,75±19,78	1389,67±25,06
3	1-qavat yo'lak	967,32±18,09	982,66±18,26	876,24±17,25	890,83±17,13
4	2- qavat janubiy-sharq xona	1084,12±18,98	1356,33±20,09	1135,87±19,31	1481,52±23,61
5	2- qavat shimoliy- g'arb xona	1065,98±19,54	1400,3±22,85	1105,09±20,97	1385,27±24,12
6	2-qavat yo'lak	989,37±17,67	1005,87±18,67	893,11±17,55	900,2±18,47
7	3- qavat janubiy-sharq xona	1009,58±19,28	1369,67±20,35	1226,38±21,47	1404,63±21,66
8	3- qavat shimoliy- g'arb xona	1196,73±21,11	1542,33±23,88	1123,25±20,09	1387,73±24,17
9	3-qavat yo'lak	1011,64±19,22	1056,33±17,91	900,71±16,99	902,18±19,27

Xulosa.

1. Maktab o'quvchilari maktabda ko'p vaqtlarini bino ichida o'tkazishlarini hisobga olsak, ularning ta'lim tarbiyasi uchun yaxshi ichki havo sifatini (IAQ) saqlash juda muhim hisoblanadi. Maktab sinflaridagi ichki muhitning ta'lim natijalariga ta'siri to'g'risida turli usullardan foydalangan holda turli xil tadqiqot natijalari maktablarda o'quvchilar salomatligi holatiga ta'sirini o'rganib borish havo tarkibidagi zararli changlar va CO₂ miqdorini kamaytirish uchun tizimli sinf honalarni ventilyatsiya tizimlarini va deraza oynalar orqali shamollatish talab etladi.

2. Xususiy maktablarda iqtisodiy foyda borligi, sinf muhiti va o'qitish sharoitlarini yaxshilash uchun revojlantirishga kuchli harakatlar bo'lsa, nafaqat daromad eng muhimi bolalar va o'smirlar salomatligi muhofazasi taminlanadi. Maqsad qanday bo'lishidan qat'i nazar, maktab binolarini loyihalash, ta'mirlash yoki qurishda, atrof-muhit doimo diqqat markazida bo'lishi shart.

3. Olingan natijalar inobatga olgan holda sinf honalardagi PMTSP(ug/m³) miqdori va Thermo-hygro CO₂ meter miqdori darajasini tushurish uchun muntazam monitoring juda muhimdir, binolarni muntazam ravishda ventilyatsiya qilish va ta'lim muassasalarining havo sifatini tizimli monitoring qilish borish zarurligini ko'rsatadi.

ADABIYOTLAR.

1. Brink, H.W.; Loomans, M.G.L.C.; Mobach, M.P.; Kort, H.S.M. Classrooms' Indoor Environmental Conditions Affecting the Academic Achievement of Students and Teachers in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Indoor Air* 2021, 31, 405–425
2. Mogas-Recalde, J. Resum de la tesi doctoral «Smart Classrooms i l'adveniment de la Quarta Revolució Industrial: Anàlisi dels factors clau per al disseny d'aules intel·ligents». UTE Teach. Technol. Univ. Tarracon. 2021, 1, 61.

3. Catalina, T.; Ghita, S.A.; Popescu, L.L.; Popescu, R. Survey and Measurements of Indoor Environmental Quality in Urban/Rural Schools Located in Romania. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022, 19, 10219.
4. Fretes, G., Llurba, C., Palau, R., & Rosell-Llompart, J. (2024). Influence of particulate matter and carbon dioxide on students' emotions in a smart classroom. *Applied Sciences*, 14(23), 11109.
5. Colasanti, A.; Esquivel, G.; Schruers, K.; Griez, E. Karbonat anidridning psixotrop ta'siri haqida. *Curr. Pharm. Des.* 2012, 18, 5627–5637.
6. Bluysen, P.M.; Zhang, D.; Kurvers, S.; Overtom, M.; Ortiz-Sanchez, M. Self-reported health and comfort of school children in 54 classrooms of 21 Dutch school buildings. *Build. Environ.* 2018, 138, 106–123.
7. Zhang, D.; Tenpierik, M.; Bluysen, P.M. Interaction effect of background sound type and sound pressure level on children of primary schools in the Netherlands. *Appl. Acoust.* 2019, 154, 161–169.
8. Ragazzi, M.; Rada, E.C.; Zanoni, S.; Passamani, G.; Dalla Valle, L. Particulate matter and carbon dioxide monitoring in indoor places. *Int. J. Sustain. Dev. Plan.* 2017, 12, 1032
9. Kapalo, P.; Domnita, F.; Bacoțiu, C.; Spodyniuk, N. The Impact of Carbon Dioxide Concentration on the Human Health—Case Study. *J. Appl. Eng. Sci.* 2018, 8, 61–66.
10. Madureira, J.; Paciência, I.; Pereira, C.; Teixeira, J.P.; Fernandes, E.O. Indoor air quality in Portuguese schools: Levels and sources of pollutants. *Indoor Air* 2016, 26, 526–537.
11. Gao, N.; Marschall, M.; Burry, J.; Watkins, S.; Salim, D.F. Understanding occupants' behaviour, engagement, emotion, and comfort indoors with heterogeneous sensors and wearables. *Sci. Data* 2022, 9, 261.