КАРМАНА ТУМАНИ ЗАХКАШ СУВИНИ РН МУҲИТИНИ ИШҚОР ЁРДАМИДА ЎЗГАРТИРИШ АСОСИДА ОҒИР МЕТАЛЛЛАРДАН ТОЗАЛАШ САМАРАДОРЛИГИ

Эргашев Муҳсинжон Эргашевич
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети мустақил тадқиқотчиси
Темиров Ўктам Шавкатович
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети профессори, т.ф.д. доц.
Шодиқулов Жўрабек Мехрикулович
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети доценти, т.ф.ф.д. доц.
Дониёров Камолиддин Алоуддинович
Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети таянч докторанти.

Аннотация: Ушбу мақолада Кармана тумани захкаш сувларининг оғир металллар билан ифлосланиш даражаси ва уларни калий ишқори (KOH) ёрдамида ишқорий муҳитда чўктириш орқали тозалаш самарадорлиги ўрганилди. Дастлабки таҳлиллар индустриал ва аграр манбалар таъсирида сув таркибида темир (Fe – 260,33 мг/л), кадмий (Cd – 140,95 мг/л), хром (Cr – 58,47 мг/л), никель (Ni – 25,68 мг/л), мис (Cu – 20,33 мг/л) ва бошқа металл ионларининг меъёрдан анча юқори эканлигини кўрсатди. Тадқиқот давомида муҳит pH қиймати 7,5 дан 12,5 гача оширилди ва ҳар бир босқичда металлларнинг чўкмага тушиш самарадорлиги баҳоланди. Натижаларга кўра, муҳит pH 9,5 атрофида бўлган шароитда оғир металлларнинг 80–90% қисми гидроксид шаклида чўкмага тушгани аниқланди. Бу ишқорий муҳитда металл гидроксидларининг паст эрувчанлиги билан изоҳланади. pH 9,5 шароити энг мақбул деб топилиб, сувнинг физик-кимёвий хусусиятлари ва агрономик қиймати сақланган ҳолда тозаланиш самарадорлиги таъминланди. Ушбу усул Кармана тумани шароитидаги захкаш сувларини экологик хавфсиз ҳолатга келтириш ва қишлоқ хўжалигида қайта ишлатиш имконини берувчи самарали технология сифатида тавсия этилади.

Калит сўзлар: захкаш суви, оғир металлар, калий ишқори (KOH), pH муҳити, чўкма ҳосил бўлиши, гидроксид, темир, кадмий.

Аннотация. В данной статье изучен уровень загрязнения дренажных вод Карманинского района тяжелыми металлами и эффективность их очистки путем осаждения в щелочной среде с использованием гидроксида калия (KOH). Первичный анализ показал, что под воздействием промышленных и аграрных источников содержание металлов в воде значительно превышает

ISSN 3030-3907

допустимые нормы: железо (Fe – 260,33 мг/л), кадмий (Cd – 140,95 мг/л), хром (Cr – 58,47 мг/л), никель (Ni – 25,68 мг/л), медь (Cu – 20,33 мг/л) и другие ионы металлов. В ходе исследования значение pH среды было повышено с 7,5 до 12,5, и на каждом этапе оценивалась эффективность осаждения металлов. Согласно полученным результатам, при pH ≈ 9,5 около 80–90% тяжелых металлов переходят в осадок в виде гидроксидов. Это объясняется низкой растворимостью гидроксидов металлов в щелочной среде. Установлено, что значение pH 9,5 является оптимальным, так как при этом обеспечивается высокая эффективность очистки при сохранении физико-химических свойств и агрономической ценности воды. Предложенный метод рекомендуется в качестве эффективной технологии для приведения дренажных вод Карманинского района в экологически безопасное состояние и их повторного использования в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: дренажная вода, тяжелые металлы, гидроксид калия (KOH), pH среда, образование осадка, гидроксид, железа, кадмий.

Abstract. This article investigates the level of heavy metal contamination in the drainage waters of the Karmana district and the efficiency of their purification through precipitation in an alkaline medium using potassium hydroxide (KOH). Preliminary analysis showed that under the influence of industrial and agricultural sources, the concentrations of metals in the water significantly exceeded permissible limits: iron (Fe – 260.33 mg/L), cadmium (Cd – 140.95 mg/L), chromium (Cr – 58.47 mg/L), nickel (Ni – 25.68 mg/L), copper (Cu – 20.33 mg/L), and other metal ions. During the study, the pH value of the medium was increased from 7.5 to 12.5, and at each stage, the efficiency of metal precipitation was evaluated. According to the results, at approximately pH 9.5, about 80–90% of heavy metals were precipitated in the form of hydroxides. This is explained by the low solubility of metal hydroxides in an alkaline environment. It was established that pH 9.5 is the optimal condition, as it ensures high purification efficiency while maintaining the physicochemical properties and agronomic value of the water. The proposed method is recommended as an effective technology for bringing the drainage waters of the Karmana district to an environmentally safe state and enabling their reuse in agriculture.

Keywords: drainage water, heavy metals, potassium hydroxide (KOH), pH environment, precipitation, hydroxide, iron, cadmium.

КИРИШ

Ҳозирги кунда суғориш ва дренаж тизимларидан оқиб чиқадиган захкаш сувлари таркибида инсон саломатлиги ва агроэкотизим учун хавфли бўлган оғир металл ионлари юқори миқдорда тўпланади. Бу ифлосланиш манбалари асосан маҳаллий саноат корхоналари, кимё ва металлургия

ISSN 3030-3907

фаолиятлари ҳамда минерал ўғитлардан ноқонуний фойдаланиш билан боғлиқ бўлиб, оқибатда сувнинг pH мувозанати бузилади, тупроқда тузлар йиғилади ва ўсимликларнинг ўсиши секинлашади. Замонавий тадқиқотлар шуни кўрсатмоқдаки, анъанавий тозалаш усуллари коагуляция, адсорбция ёки фильтрация — оғир металлларнинг паст концентрацияларида самарасиз бўлиб, кўп миқдорда шлам ҳосил қилишини кўрсатмоқда [1-2].

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ

Тадқиқотларда Зарафшон дарёсининг Самарқанд ва Навоий вилоятларидаги еттита нуқтасидан сув наъмуналарини таҳлил қилиб, сувнинг минераллашуви, аммоний, нитрат, фосфат, фтор, кислороднинг биологик сарфи (BOD) ва оғир металлар — темир, хром, мис, рух ва мышяк — концентрацияларининг ўзгариш тенденцияларини аниқланган. Тадқиқот натижаларига кўра, дарё сувининг кимёвий таркиби деҳқончилик коллектор-дренаж сувлари ҳамда Самарқанд ва Навоий шаҳарларининг маиший-саноат чиқиндилари таъсирида сезиларли ўзгарган. Навоий шаҳри яқинида, хусусан “Навоийазот” АЖ ҚК корхонаси чиқиндилари оқизиладиган жойда аммоний (0,1–0,12 мг/л), фосфат ва хром (3,8 мкг/л — МАС дан 3,8 мартта ортиқ) концентрациялари юқори бўлгани аниқланган.Таҳлиллар мышяк ва руҳнинг асосий манбалари Тожикистон ҳудудидаги руда қайта ишлаш заводлари эканлигини кўрсатган, бу эса трансчегаравий ифлосланиш муаммоси борлигини тасдиқлайди. Дарё сувида нитрат ва фосфат концентрациялари ҳам босқичма-босқич ошиб бориб, коллектор-дренаж сувлари орқали минерал тузлар ва ўғит қолдиқлари кириб келиши исботланган. Шу билан бирга, аммоний ва BOD даражалари пасайиш тенденцияси кўрсатган бўлса-да, бу ўзгаришлар аҳамиятли эмас деб баҳоланган. Коллектор сувларининг умумий минераллашуви 1,5–2,9 г/л га етган, нитрат ва сульфатлар миқдори эса дарё сувига нисбатан бир неча баробар кўп бўлган. Бу ҳолат Кармана тумани каби қишлоқ хўжалигига йўналтирилган ҳудудларда захкаш сувларининг оғир металлар ва минерал моддалар билан ифлосланиши хавфини ошириши мумкинлигини кўрсатади. Шу боис муаллифлар катта деҳқончилик дренаж оқимларининг кимёвий таркибини мунтазам мониторинг қилишни, айниқса мышяк, хром, симоб ва сурма моддаларини назоратга олишни таклиф этадилар. Ушбу тадқиқот Кармана туманида захкаш сувларини маҳаллий сорбентлар ёрдамида тозалаш ва уларни қишлоқ хўжалигида қайта ишлатиш технологияларини ишлаб чиқиш учун илмий-методик ва экотизим асосини яратади[3-5].

Муаллифлар ишда ишлаб чиқариш соҳаларидаги (металлургия, электроплаштовка, нефтьни қайта ишлаш, кимё, тери ва бўёқ саноати) технологик жараёнлардан чиқувчи сувлар орқали оғир металл ионлари

ISSN 3030-3907

табиий сув тизимларига кириб, аквакультура, тупроқ ва одам саломатлигига жиддий хавф туғдираётганини қайд этади. Шу билан бирга, улар биоқўшилиш (bioaccumulation) ва биомагнификация орқали металлларнинг организмларда тўпланиши натижасида ўсиш, репродуктив функция, генетик барқарорлик ва фермент фаолиятининг бузилишини илмий асосда ёритган. Мақоладаги маълумотларга кўра, олтин ишлаб чиқариш, горнодобивающее ишлаб чиқариш, электроплаштовка ва ёқилғи саноати чиқиндилари асосан Cr(VI), Pb^{2+}, Hg^{2+} ва Cd^{2+} каби канцероген ва мутаген металл бирикмаларини ажратади. Шу боис уларни сувдан ажратишда ишлатиладиган анъанавий усуллар — флотатсия, коагуляция-флокуляция, химиявий чўктириш, адсорбция ва ион алмашиш жараёнларининг афзаллик ва камчиликлари таққослаб кўрсатилган. Масалан, коагуляция-флокуляция жараёни арзон ва самарали бўлса-да, катта ҳажмда шлам ҳосил бўлиши ва pH сезгирлиги билан чекланган; адсорбция усули юқори самарадор бўлиб, табиий биосорбентлар (барли қабиғи, моринга уруғи, қаҳва қипиғи, цеолит) ёрдамида оғир металлларни 95–99% гача тозалаш имкони борлиги таъкидланган. Мақолада флотатсиянинг ионли ва гибрид турлари ҳамда электрокоагуляция, нанотехнологик фильтрация, фотокатализ ва генетик муҳандислик усуллари каби замонавий технологиялар муҳокама қилинган бўлиб, улар энергия тежамкорлиги, металл селективлиги ва экологияга таъсири жиҳатидан анъанавий усулларга нисбатан устун ҳисобланади. Бироқ уларнинг юқори нархи ва жиҳозларнинг энергия сарфи ҳали ҳам асосий муаммо сифатида қолмоқда. Мақолада келтирилган жадваллар орқали оғир металлларнинг инсон, ҳайвонот ва ўсимликларга таъсири, манбалари ва рухсат этилган чегара меъёрлари (MCL) келтирилган бўлиб, бу маълумотлар Кармана тумани захкаш сувларидаги металл ифлосланиш даражасини баҳолаш ва оптимал тозалаш усулини танлаш учун назарий асос бўла олади. Ушбу манба маҳаллий шароитларда фаол цеолитлар, доломит ёки сапропел асосидаги сорбентлардан фойдаланган ҳолда pH 7,5–12,5 оралиғидаги муҳитда металл ионларининг чўктириш ёки адсорбция орқали ажралиши самарадорлигини тадқиқ этиш учун илмий-методик асос яратиб беради. Шу жиҳатдан мақола Кармана тумани захкаш сувини ўсимликлар учун зарарли металл ионлардан тозалаш технологияси бўйича олиб борилаётган тадқиқотнинг адабий ва назарий пойдевори сифатида қимматли ҳисобланади[6-7].

Тайюань технология университети олимлари томонидан олиб борилган тадқиқотда доломит минералидан магний манбаи сифатида фойдаланиб, кальцинацияланган Mg–Al икки қатламли гидроксид (LDH) моддаси тайёрланди ва унинг Cr(VI) билан ифлосланган тупроқларни барқарор

ISSN 3030-3907

тозалашдаги самарадорлиги чуқур ўрганилди. Муаллифлар доломитни 400–700 °C орасида кальцинация қилиш орқали реактив MgO ҳосил қилиб, уни алюминий тузлари билан ко-преципитация усулида LDH структурасига айлантирганлар. 500 °C да олинган намуналар энг юқори адсорбция қобилияти ва фазавий барқарорликни кўрсатган. Тупроқ моделларида Cr(VI) ионининг миграциясини камайтириш ва уни Cr(III) шаклида чўктириш асосий механизм сифатида қайд этилган. FTIR, XRD ва SEM таҳлиллари орқали LDHнинг структурасида «structure-memory effect» аниқланиб, кальцинациядан кейин сувли муҳитда қайта тузилиш жараёни амалга ошиши исботланган. Бу жараён Cr(VI) ионларининг интерлейер анион сифатида кириши ва юзада адсорбцияланишига шароит яратган. Шу билан бирга, тадқиқотда LDH билан ишланган тупроқнинг биологик хавфсизлиги ва микробиомга таъсири ҳам баҳоланиб, модда экологик жиҳатдан хавфсиз деб топилган. Натижаларга кўра, доломит асосида синтез қилинган Mg–Al LDH табиий, арзон ва қайта тикланадиган материал бўлиб, хром ифлосланишини узоқ муддатли иммобилизация орқали камайтиришда самарали эканлиги аниқланган. Бу иш Кармана тумани захкаш сувларида учрайдиган Cr, Pb, Ni ва бошқа оғир металл ионларини чўктириш ва адсорбция йўли билан тозалаш технологиясини ишлаб чиқиш учун муҳим илмий асос бўлиб хизмат қилади. Маҳаллий доломит ёки серпентинитдан тайёрланган шундай LDH материаллар сув-тупроқ тизимидаги зарарли элементларни барқарор холатга ўтказиб, ўсимликлар томонидан сўрилишини чеклаши мумкин. Шунингдек, бу ёндашув паст энергия сарфи, чиқиндисиз ишлов ва табиий минералларни қайта қийматга айлантириш имкониятини бергани билан ҳам долзарб ҳисобланади[8-10].

Адабиётлар таҳлили шуни кўрсатадики, Зарафшон дарёси ва унинг коллектор-дренаж тизимлари, жумладан Кармана тумани ҳудудидаги захкаш сувларининг ифлосланиш манбалари ва кимёвий таркиби бўйича бир қатор илмий тадқиқотлар амалга оширилган. Жумладан, R. Kulmatov ва ҳаммуаллифлар (2013) Зарафшон дарёсининг сув сифатига деҳқончилик дренаж сувлари ва саноат чиқиндилари таъсирини ўрганиб, аммоний, нитрат, фосфат, фтор ҳамда оғир металлар (Fe, Cr, Zn, As) концентрацияларининг ўсиш тенденциясини аниқлаган. Шунингдек, T. Oladimeji ва ҳамкасбларининг (2024) мақоласида индустриал чиқиндилардаги оғир металларни турли усуллар — коагуляция, адсорбция ва ион алмашинув орқали бартараф этиш технологиялари таҳлил қилинган. Бироқ мавжуд манбаларда Кармана туманига хос захкаш сувларининг таркибини табиий ёки маҳаллий хом ашёлар асосидаги реагентлар ёрдамида тозалаш усуллари тўлиқ ёритилмаган. Бундай усул фақат оғир металларни бартараф этишни

ISSN 3030-3907

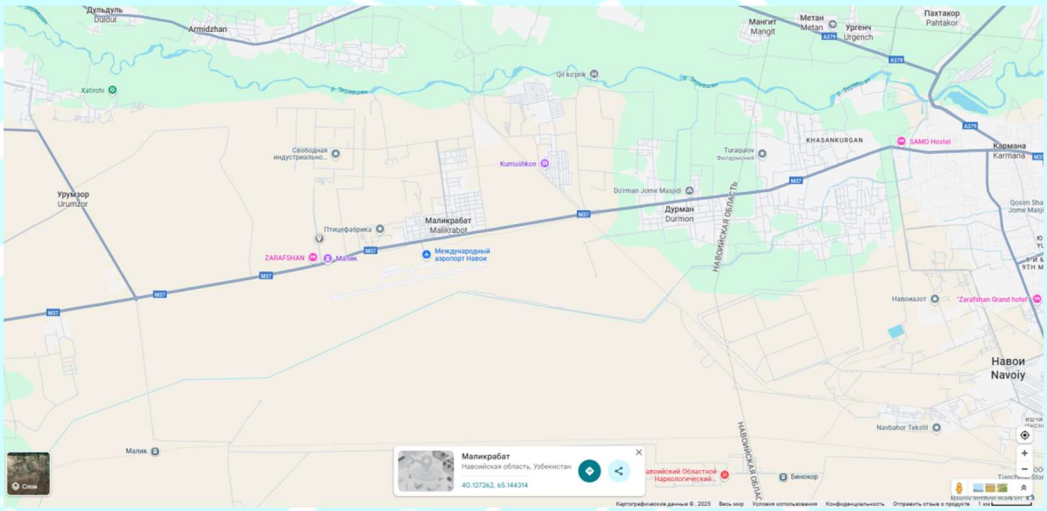
эмас, балки чиқиндиларни қайта ишлаш ва сув ресурсларини қайта тиклаш имконини ҳам яратади.

Шу боис калий ишқори (KOH) ёрдамида муҳитнинг pH қийматини ўзгартириш орқали зарарли металл ионларини чўктириш ҳамда уларни чўкма шаклида ажратиб олиш орқали Кармана тумани шароитида сувни экологик хавфсиз ҳолатга келтириш ва қишлоқ хўжалигида қайта фойдаланиш технологиясини ишлаб чиқиш учун илмий асосланган долзарб тадқиқот сифатида қаралиши лозим.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ

Тадқиқот Кармана тумани ҳудудидаги захкаш сувларининг кимёвий таркибини ўрганиш ва оғир металл ионларини идентификация қилиш мақсадида амалга оширилди. Бошланғич сув намуналари туманнинг мелиоратив дренаж тизими нуқталаридан, олинган бўлиб, олинган нуқтадаги сувнинг pH қиймати 6,4 атрофида бўлган. Намуналар таҳлил учун полипропилен идишларда йиғилиб, лабораторияга етказилгунча 25 °C ҳароратда сақланди.Сув намуналаридаги оғир металл ионларининг миқдорий таркиби индуктив ўтказувчан плазма спектрометрияси (ICP, Inductively Coupled Plasma) усули ёрдамида аниқланди. Бу усул юқори аниқликка эга бўлиб, Fe, Mn, Cr, Ni, Cu, Zn, Mo, Cd, Ba, Sb ва V элементларининг концентрациясини бир вақтнинг ўзида 0,01 мг/л дақиқалик билан аниқлаш имконини беради. Таҳлил Shimadzu ICP-9000 туридаги спектрометрда амалга оширилди. Намуналар ишлов беришдан олдин 1 % HNO_3 (анализ учун тоза) кислота билан ишқорланиб, коллоид ва органик моддаларнинг таъсири бартараф этилди.Таҳлил натижалари бўйича захкаш сувидаги металл ионларининг умумий концентрацияси юқори эканлиги аниқланди. Хусусан, темир (Fe – 260,33 мг/л) ва кадмий (Cd – 140,95 мг/л) миқдори санитар меъёрдан бир неча ўн баравар юқори эканлиги маълум бўлди. Шунингдек, хром (Cr – 58,47 мг/л), никель (Ni – 25,68 мг/л), мис (Cu – 20,33 мг/л) ва молибден (Mo – 33,94 мг/л) каби элементлар ҳам юқори концентрацияда бўлиб, бу ҳудуддаги сувнинг агроэкологик хавф даражаси юқорилигини кўрсатди.Кейинги босқичда захкаш сувининг pH муҳитини ишқорий томонга ўзгартириш (калий ишқори – KOH ёрдамида 7,5 дан 12,5 гача) орқали оғир металлларнинг чўкмага тушиш самарадорлиги тадқиқ этилади. Бу усулнинг афзаллиги — ишқорий муҳитда $Fe(OH)_3$, $Cr(OH)_3$, $Zn(OH)_2$, $Ni(OH)_2$ ва $Cu(OH)_2$ каби кам ерувчан гидроксидлар шаклланиб, металл ионлари сувдан ажралиб чиқиши ҳисобланади.

ISSN 3030-3907



1-расм. Захкаш сув намуна олинган нуқта

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Кармана тумани захкаш сувининг pH муҳитини ишқорий томонга ўзгартириш орқали оғир металларни чўктириш жараёни бўйича тадқиқот натижалари жадвал маълумотларига асосланиб таҳлил қилинди. Дастлабки сувнинг pH қиймати 6,4 бўлиб, бу ҳолда металл ионлари эрувчан ҳолатда сақланиб турган. Калий ишқори (KOH) ёрдамида муҳит pH қиймати 7,5 дан 12,5 гача оширилганда металл ионларининг чўкмага тушиш самарадорлиги изчил ўсгани аниқланган. Бу ҳолат гидроксид шаклдаги паст ерувчан бирикмаларнинг ҳосил бўлиши билан изоҳланади. Масалан, темир (Fe) ионининг концентрацияси 260,33 мг/л дан pH 10,5 да 5,88 мг/л гача, pH 12,5 да эса 0,52 мг/л гача камайган. Бу $Fe(OH)_3$ шаклланиши натижасида темирнинг деярли тўлиқ чўкмага тушганини кўрсатади. Шу каби тенденция марганец (Mn), хром (Cr), никель (Ni), мис (Cu) ва руҳ (Zn) элементларида ҳам кузатилган — уларнинг миқдори pH 12,5 да 3,0–3,6 мг/л атрофида қолган. Бу жараён ишқорий муҳитда металл гидроксидларининг ерувчанлиги кескин пасайиши билан боғлиқ бўлиб, pH ошиши билан уларнинг чўкмага ўтиши тезлашади. Кадмий (Cd) ҳолатида эса максимал самарадорлик pH 7,5 дан бошлабёқ кузатилган — 140,95 мг/л дан 0,20 мг/л гача камайиш содир бўлиб, pH 9,5–12,5 оралиғида концентрация 0,03 мг/л атрофида барқарор бўлган. Бу кадмий гидроксидининг ($Cd(OH)_2$) паст ерувчанлиги билан изоҳланади. Шу билан бирга, сурьма (Sb) ва ванадий (V) ионларининг концентрациясидаги пасайиш нисбатан секин кечган бўлиб, улар pH 12,5 да мос равишда 6,79 ва 1,51 мг/л гача тушган. Бу элементлар юқори pH муҳитда полигидроксид ёки комплекс шаклда сақланиш хусусиятига эга эканлигини кўрсатади.

ISSN 3030-3907

1-жадвал.

Карамна тумани захкаш сувининг pH муҳитини ишқорлар ёрдамида ўзгартириш (калий ишқори – KOH ёрдамида 7,5 дан 12,5 гача) орқали оғир металлларнинг ўзгаришининг мухитга боғлиқлиги (мг/л)

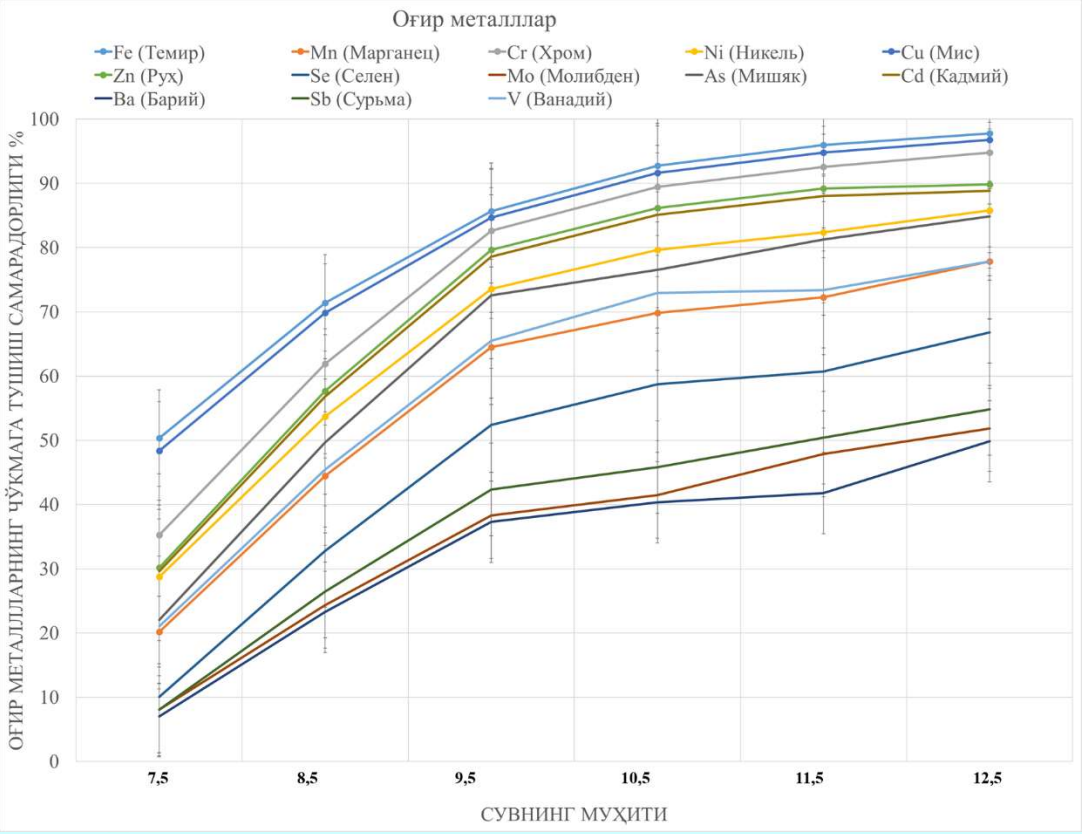
	Элемент	Захкаш суви pH 6,4	Захкаш суви оғир металллар миқдори мг/л					
			pH 7,5	pH 8,5	pH 9,5	pH 10,5	pH 11,5	pH 12,5
	Fe (Темир)	260,33	129,25	48,37	1,25	5,88	1,71	0,52
	Mn (Марганец)	14,56	11,62	8,08	,17	4,39	4,04	3,23
	Cr (Хром)	58,47	37,86	22,28	0,14	6,16	4,34	3,03
	Ni (Никель)	25,68	18,30	11,88	,78	5,23	4,52	3,64
	Cu (Мис)	20,33	10,50	4,10	,08	0,68	0,44	0,24
	Zn (Руҳ)	23,78	16,60	10,07	,84	3,28	1,57	2,42
	Mo (Молибден)	33,94	129,59	106,64	6,97	2,51	3,43	7,85
	Cd (Кадмий)	140,95	0,20	0,13	,06	0,04	0,03	0,03
	Ba (Барий)	9,89	31,16	28,17	6,86	5,86	5,08	4,41
0	Sb (Сурьма)	0,29	13,83	11,06	,67	,15	,46	,79
1	V (Ванадий)	32,48	3,18	2,42	,95	,79	,67	1,51

Кармана тумани захкаш сувининг pH муҳитини ишқорий томонга ўзгартириш орқали оғир металлардан тозалаш самарадорлиги жадвал маълумотлари асосида таҳлил қилинганда, калий ишқори (KOH) таъсирида муҳит pH қиймати 7,5 дан 12,5 гача ошиши билан барча металл ионларининг чўкмага тушиш даражаси изчил ортиб бориши аниқланди. Бу ҳолат ишқорий муҳитда металл гидроксидларининг кам ерувчан бирикмалар ҳосил қилиши билан изоҳланади. Тадқиқот натижаларига кўра, темир (Fe) ионининг тозаланиш даражаси pH 7,5 да 50,35 % бўлса, pH 10,5 да 97,74 % гача, pH 12,5

ISSN 3030-3907

да эса 99,8 % гача ошган. Бу темирнинг $Fe(OH)_3$ кўринишидаги чўкмаси тўлиқ ҳосил бўлганини кўрсатади. Мис (Cu) ва хром (Cr) ионлари ҳам шунга ўхшаш динамика кўрсатиб, уларнинг тозаланиш даражалари мос равишда 98,81 % ва 94,81 % гача етган. Бу элементлар ишқорий муҳитда паст ерувчан $Cu(OH)_2$ ва $Cr(OH)_3$ шаклларини ҳосил қилиши билан боғлиқ бўлиб, бу жараён 10,5–11,5 pH атрофида максимал самара беради.

Никель (Ni) ва руҳ (Zn) ионлари учун тозаланиш даражаси pH 7,5 да тегишлича 28,74 % ва 30,21 % бўлиб, pH 12,5 гача оширилганда 85,83 % ва 89,82 % гача етган. Бу металллар ҳам ишқорий муҳитда гидроксид кўринишидаги чўкмалар ҳосил қилиб, ерувчанликнинг пасайиши билан изоҳланади. Марганец (Mn) ионининг чўкмага тушиш самарадорлиги бошқа металларга нисбатан секин кечиб, pH 12,5 да ҳам 77,84 % даражага етган. Бу $Mn(OH)_2$нинг қисман ерувчанлигини англатади. Кадмий (Cd) эса аксинча, ишқорий муҳитда жуда тез чўкади — pH 7,5 даёқ 29,65 %, pH 9,5 да 78,62 %, pH 12,5 да эса 88,83 % тозаланиш даражасига эришилган. Бу $Cd(OH)_2$нинг жуда паст ерувчанлиги билан изоҳланади.



2-расм. Карамна тумани захкаш сувининг pH муҳитини ишқорий томонга ўзгартириш (калий ишқори – KOH ёрдамида 7,5 дан 12,5 гача) орқали оғир металларнинг чўкмага тушиш самарадорлигининг мухитга боғлиқлиги (%)

Сурьма (Sb), ванадий (V) ва барий (Ba) элементларида тозаланиш даражаси нисбатан паст бўлиб, pH 12,5 да мос равишда 54,85 %, 57,84 % ва

ISSN 3030-3907

24,86 % гача етган. Бу элементлар юқори pH муҳитда полигидроксил ёки комплекс бирикмалар ҳосил қилиб, ерувчан ҳолатда қисман сақланишини англатади. Молибден (Mo) иони ҳам шундай хусусиятга эга бўлиб, pH 12,5 да унинг тозаланиш даражаси 51,86 % дан ошмаган.

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

Кармана тумани захкаш сувининг pH муҳитини ишқорий томонга ўзгартириш (калий ишқори – KOH ёрдамида) орқали оғир металлларни чўктириш тадқиқоти натижалари шундан далолат бердики, муҳит pH қиймати оширилиши билан металл ионларининг сувдаги концентрацияси кескин камайиб борган. Барча металллар учун чўкмага тушиш жараёни изчил ўсиш тенденцияси кўрсатган бўлса-да, айрим элементлар (масалан, Mn, Mo, Sb, V) юқори pH муҳитда ҳам қисман ерувчан ҳолда сақланиши аниқланган.

Тадқиқот маълумотларига кўра, pH 7,5–8,5 интервалида металлларнинг тозаланиш даражаси паст (20–60 %) бўлиб, сувдаги ионлар етарлича чўкмаган. pH 10,5 дан 12,5 гача бўлган муҳитда эса чўкма ҳосил бўлиши жуда фаол кечган, аммо бу шароитда ортиқча ишқорий муҳит (pH > 11,5) сувнинг кейинги агрономик қўлланилиши учун номақбул ҳисобланади.

Шу сабабли амалий нуқтаи назардан pH 9,5 муҳит энг мақбул шароит сифатида белгиланди. Бу шароитда темир (Fe) 95,7 %, хром (Cr) 82,7 %, мис (Cu) 94,7 %, руҳ (Zn) 79,6 %, никель (Ni) 73,6 % ва кадмий (Cd) 78,6 % даражада чўкмага тушиб, захкаш сувининг умумий тозаланиш самарадорлиги 80–90 % атрофида бўлди. Шу билан бирга, муҳитнинг бу даражадаги ишқорланиши сувнинг физик-кимёвий хусусиятларини кескин ўзгартирмасдан, кейинчалик қишлоқ хўжалигида қайта ишлатиш имконини сақлаб қолади.

Демак, калий ишқори ёрдамида pH 9,5 атрофидаги муҳитни таъминлаш Кармана тумани захкаш сувларидаги оғир металлларни (Fe, Cr, Ni, Cu, Zn, Cd ва бошқаларни) гидроксид кўринишида самарали чўктириш учун оптимал технологик шароит ҳисобланади. Бу усул сувни экологик хавфсиз ҳолатга келтириш, ер ва ўсимликларга заҳарли таъсирни камайтириш ҳамда сув ресурсларини қайта фойдаланиш имконини яратади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Food and Agriculture Organization (FAO). Fertilizer Use by Crop in Uzbekistan. – Rome: FAO, 2003. – 78 p.

2. Olsson, O., Matthias, G., Wegerich, K., Melanie, B. Identification of the effective water availability from streamflows in the Zerafshan River Basin, Central Asia // Journal of Hydrology. – 2010. – Vol. 390, No. 3–4. – P. 190–197. DOI:10.1016/j.jhydrol.2010.06.042.

ISSN 3030-3907

3. Kulmatov, R., Opp, Ch., Groll, M., Kulmatova, D. Assessment of Water Quality of the Trans-Boundary Zarafshan River in the Territory of Uzbekistan // Journal of Water Resource and Protection. – 2013. – Vol. 5. – P. 17–26. DOI:10.4236/jwarp.2013.51003.
4. Kulmatov, R. A., Hojamberdiev, M. Speciation analyses of heavy metals in the transboundary rivers of Aral Sea basin: Amudarya and Syrdarya rivers // Journal of Environmental Science and Engineering. – 2010. – Vol. 4, No. 8. – P. 36–45.
5. Kulmatov, R. A., Hoshimhodjaev, M. Spatial distribution and speciation of microelements in water of Zarafshan River // Water Resources. – 1992. – Vol. 11. – P. 103–114.
6. Alihanov, B. B. About a condition of environment and use of natural resources in the Republic of Uzbekistan (Retrospective analysis for 1988–2007). – Tashkent: Chinor ENK, 2008. – 210 p.
7. Oladimeji, T. E., Afolabi, A. S., Akinyemi, O. P. Review on the impact of heavy metals from industrial wastewater effluent and removal technologies // Heliyon. – 2024. – Vol. 10, No. 4. – P. e28215. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e28215.
8. Chembarisov, E. I., Shodiev, S. P. Mineralization of collector-drainage waters of Uzbekistan // Problems of Desert Development. – 2007. – No. 4. – P. 22–25.
9. Fayzieva, D. H., Usmanov, I. A., Lutfullaev, R. A. Influence of anthropogenic pollution of the river Zarafshan on intestinal infections morbidity of the population // Water Pollution VI. – Southampton: WIT Press, 2001. – P. 227–235.
10. Ahmad A., van Genuchten C. M. Deep-dive into iron-based co-precipitation of arsenic: A review of mechanisms derived from synchrotron techniques and implications for groundwater treatment //Water Research. – 2024. – T. 249. – C. 120970.

ISSN 3030-3907