

ՀՀ ՄԱԿԵՐԵՎՈՒԹԱՅԻՆ ՋՐԵՐԻ ՄՇՏԱԴԻՏԱՐԿՄԱՆ ՄԵԹՈԴԱԿԱՆ ՀԻՄՆԱՅԱՐՑԵՐԸ

Վտենախոսության թեմա՝
Շրջակա միջավայրի պահպանման միջոցառումների արդյունավետության մոդելավորումը

Աստղիկ ՓԱՐՍՅԱՆ
ԵՊՀ հայցորդ

Գիտական ղեկավար՝
Մելս ՍԱՀԱԿՅԱՆ
Ֆիզիկամաթեմատիկական գիտությունների թեկնածու,
պրոֆեսոր

Հայաստանի Հանրապետությունում ջրային պաշարների արդյունավետ պահպանության ու օգտագործման խնդիրը մշտապես բարձրացվել է մասնագիտական գրականության մեջ շահաառու կազմակերպությունների և հանրության կողմից: Հայաստանի Հանրապետության կառավարությունը 2011 թվականին ընդունել է թիվ 75 որոշումը, որով սահմանվում են Հայաստանի Հանրապետության մակերևութային ջրերից յուրաքանչյուր ջրային օբյեկտի համար որակական ցուցանիշների նորմերը ըստ համապատասխան դասերի: «Կախված տեղանքի առանձնահատկություններից՝ յուրաքանչյուր ջրավազանային կառավարման տարածքի ջրի որակի ապահովման նորմերը սահմանելու մասին» որոշմամբ Հայաստանի Հանրապետությունում մակերևութային ջրերի որակի գնահատման համակարգը ջրի քիմիական որակի յուրաքանչյուր ցուցանիշի համար տարբերակում է կարգավիճակի հինգ դաս՝ «գերազանց» (1-ին դաս), «լավ» (2-րդ դաս), «միջակ» (3-րդ դաս), «անբավարար» (4-րդ դաս) և «վատ» (5-րդ դաս):¹

Հայաստանի Հանրապետությունում մի շարք կազմակերպություններ պարբերաբար մշտադիտարկումներ են իրականացնում, արձանագրում ՀՀ շրջակա միջավայրի վիճակը տվյալ պահին: Այդ կազմակերպություններից է «Շրջակա միջավայրի մոնիթորինգի և տեղեկատվության կենտրոն» պետական ոչ առևտրային կազմակերպությունը՝ ՇՄՏԿ ՊՈԱԿ-ն, որն իրականացնում է մթնոլորտային օդի, մակերևութային և ստորերկրյա ջրերի, մթնոլորտային տեղումների, հողերի, հատակային նստվածքների որակի մշտադիտարկում և գնահատում: Ըստ այս կազմակերպության ջրի քիմիական որակի ընդհանրական գնահատականը ձևավորվում է վատագույն որակ ցուցաբերող ցուցանիշի դասով: Եթե մակերևութային ջրային մարմնի որակի տարբեր ցուցանիշներ ընկնում են որակի տարբեր դասերի մեջ, ապա վերջնական դասակարգման մեջ հաշվի է առնվում վատագույնը:²

Ելնելով վերոհիշյալ որոշման համապատասխան հավելվածից և Հայեկոմոնիտորինգի կողմից կատարված դիտարկումների արդյունքներից՝ մենք Հայաստանի Հանրապետության և՛ Հյուսիսային, և՛ Հարավային ջրավազանների համար կատարել էինք բլաստերային վերլուծություն տարբեր մեթոդներով. թե՛ կառավարության որոշման համապատասխան հավելվածով սահմանված 5-րդ դասից՝ դիտարկումներից ստացված փաստացի արդյունքների շեղումների հիման վրա (այսուհետ կանվանենք ուղղակի շեղումներ), թե՛ փաստացի արդյունքների գնահատականների հիման վրա, որոնք ստացվել էին որոշմամբ նախատեսված նորմերին համապատասխան: Բլաստերային վերլուծության արդյունքները համեմատել, կատարել էինք որոշակի եզրահանգումներ³, սակայն վերլուծության ընթացքում պարզ դարձավ, որ այստեղ կարևոր տեղեկատվության կորուստ է նկատվում, քանի որ բլաստերների դասակարգումը իրականացվում է զուտ թվային տվյալների հիման վրա և հաշվի չի առնվում ցուցանիշների միջև գոյություն ունեցող պատճառային կախվածությունները: Այդ իսկ պատճառով Հայաստանի Հանրապետության մակերևութային ջրերի ամբողջական պաշարների համար վերլուծություն կատարելիս փորձեցինք հաշվի առնել նաև ցուցանիշների միջև գոյություն ունեցող կոռելյացիան և այդ պարագայում միայն կատարել բլաստերների բաժանում: Այսինքն անհրաժեշտություն առաջացավ տանդեմ վերլուծության կիրառումը (երբ բլաստերային վերլուծությունը կիրառվում է ֆակտորային վերլուծության արդյունքների հիման վրա, ապա գործ ունենք տանդեմ վերլուծության հետ): Ֆակտորային վերլուծության իրականացման անհրաժեշտությունը առաջանում է ցուցանիշների միջև կոռելյացիոն կապերը հաշվի առնելու համար:

Ֆակտորային անալիզը գործընթաց է, որի օգնությամբ փոփոխականների մեծ արժեքները, որոնք վերաբերում են հետազոտվող օբյեկտին, վերածվում են միմյանցից անկախ փոքր մեծությունների՝ ֆակտորների: Այդ դեպքում մեկ ֆակտորում միավորվում են միմյանցից կախված (կոռելյացված) փոփոխականներ: Տարբեր ֆակտորների փոփոխականներ միմյանցից գրեթե կախում չունեն, միմյանց հետ շատ թույլ կապով են կապված: Ֆակտորային վերլուծության նպատակն է ֆակտորների այնպիսի համալիրի՝ խմբերի ստեղծումը, որոնք հնարավորինս ամբողջական կարտահայտեն փոփոխականների միջև դիտարկվելիք կապերը:⁴

¹ www.arlis.am, Հայաստանի իրավական տեղեկատվական համակարգ

² ՀԱՅԷԿՈՄՆԻՏՈՐԻՆԳ, (Շրջակա միջավայրի վրա ներգործության մոնիտորինգի կենտրոն), ՀՀ շրջակա միջավայրի էկոլոգիական մոնիտորինգի արդյունքների մասին Տ Ե Ղ Ե Կ Ա Ն Զ:

³ Ա. Գ. Փարսյան, «Հայաստանի Հանրապետության մակերևութային ջրերի որակի ցուցանիշների բլաստերային վերլուծությունը հյուսիսային ջրավազանի օրինակով», «Հայաստանի Հանրապետության մակերևութային ջրերի որակական ցուցանիշների համեմատական էկոնոմետրիկ վերլուծությունը», «Ֆինանսներ և էկոնոմիկա» ամսագիր, թիվ 11-12 2017թ:

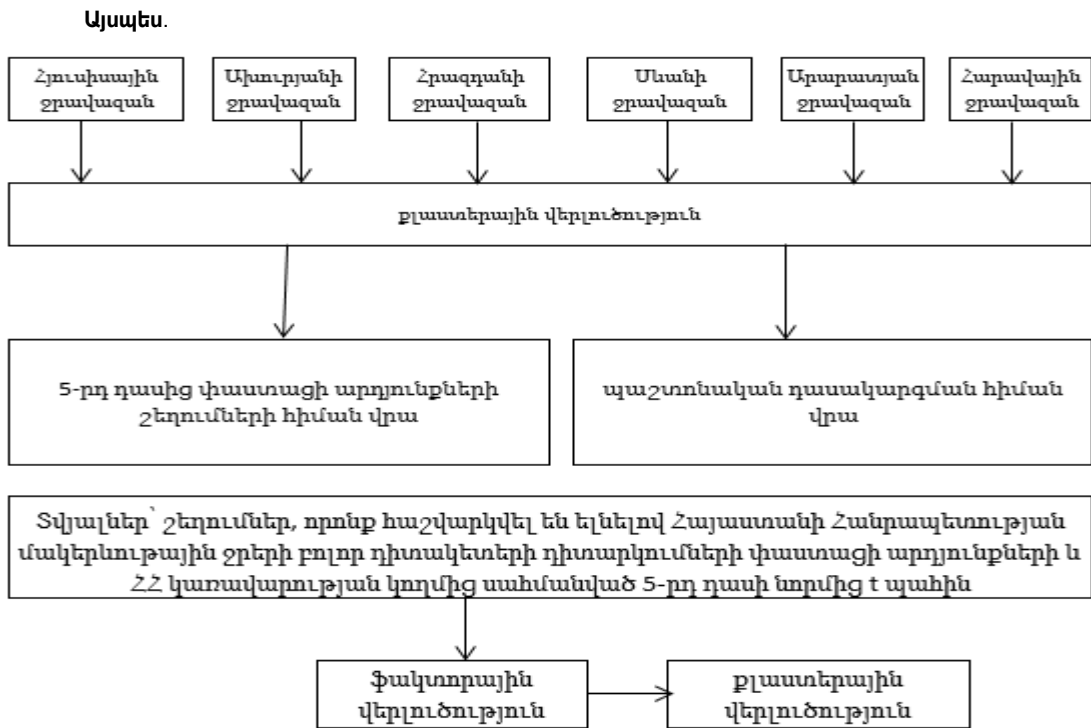
⁴ SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей, под редакцией кандидата физико-математических наук, доцента Днепропетровского национального университета, В. Е. Момота

Այս վերլուծությունն իր հերթին, իհարկե, որոշ թերություններ ունի. տվյալների ստանդարտացում և տվյալների քանակի կրճատում, որի ընթացքում հաստատ ինչ-որ տեղեկատվության կորուստ կլինի, սակայն ապացուցված է, որ այս թերությունները մեծ ազդեցություն չեն ունենում վերլուծության արդյունքների հիման վրա ճիշտ եզրահանգումներ կատարելիս: Ֆակտորային վերլուծության արդյունքների՝ ֆակտորների հիման վրա էլ կկատարենք բլաստերային վերլուծություն, և տարանջատված բլաստերները համալրված կլինեն ավելի ճկուն տեղեկատվությամբ:

Բլաստերը համասեռ տարրերի միավորում է, որը կարող է դիտվել որպես որոշակի հատկություններով օժտված առանձին, անկախ միավոր:

Բլաստերային վերլուծությունը դասակարգման վերլուծություն է, որի հիմնական նպատակն է բազմաթիվ օբյեկտներից առանձնացնել և միավորել խմբեր (բլաստերներ) ըստ մի շարք ուսումնասիրվող հատկանիշների:⁵

Մեթոդաբանությունը: Հայեկոմոնիտորինգի կողմից 2015 թ-ին յուրաքանչյուր ամիս իրականացվել է մշտադիտարկում հանրապետության 42 գետի, Արփա-Սևան թունելի, Արփի լճի, Ախուրյանի, Ապարանի, Ազատի, Կեչուտի ջրամբարների և Երևանյան լճի 108 դիտակետում, որտեղից վերցվել է 1013 փորձանմուշ և, ելնելով վերոհիշյալ որոշման համապատասխան հավելվածի նորմերից, գնահատում է ջրի որակը: Սակայն այս մոտեցումը զուտ տվյալների արձանագրում է, և դասակարգման այս տարբերակում չի երևում մակերևութային ջրերի որակի ցուցանիշների միջև եղած կոռելյացիոն կապը: Այդ իսկ պատճառով, ելնելով վերոհիշյալ կազմակերպության կողմից կատարված դիտարկումների փաստացի արդյունքներից, մենք ներկայացնում ենք մեր կողմից առաջարկված մոնիթորինգի նոր սխեմա, որը 2 մակարդակ է ապահովում:



Առաջին մակարդակում ներկայացված են մշտադիտարկման փաստացի արդյունքները ըստ բոլոր 6 ջրավազանների: Այնուհետև իրականացնում ենք բլաստերային վերլուծություն՝ կատարելով դիտակետերի խմբավորում ըստ բլաստերների՝ փորձելով պարզել, թե ինչու՝ է կոնկրետ որևէ դիտակետ ընդգրկվում տվյալ բլաստերի մեջ: Ընդ որում բլաստերացումը կատարում ենք 2 եղանակով. շեղումների հիման վրա (ֆիքսված t պահին՝ ըստ ջրավազանների) և գնահատականների հիման վրա (ֆիքսված t պահին՝ ըստ ջրավազանների):

Երկրորդ մակարդակում, ելնելով ՀՀ մակերևութային ջրերի՝ 5-րդ դասից փաստացի արդյունքների շեղումներից, կատարում ենք, նախ և առաջ, ֆակտորային վերլուծություն՝ ստանալով ֆակտորներ, որտեղ հաշվի է առնվում ցուցանիշների միջև եղած կոռելյացիոն կապը, իսկ հետո նոր ֆակտորների համար կատարում ենք բլաստերային վերլուծություն: Հայաստանի Հանրապետության 97 դիտակետերի դիտարկումների փաստացի արդյունքներից (այսուհետ կանվանենք դիտակետեր) առանձնացվել են նույն ժամանակահատվածի տվյալները, համեմատվել կառավարության որոշման համապատասխան հավելվածներով սահմանված 5-րդ դասի նորմի հետ, հաշվել փաստացի արդյունքների շեղումը այդ նորմից՝

$$\chi^2 = \frac{V - U}{U} \quad (1)$$

Որտեղ՝ V - ն տվյալ դիտարկման համապատասխան ցուցանիշի արդյունքն է

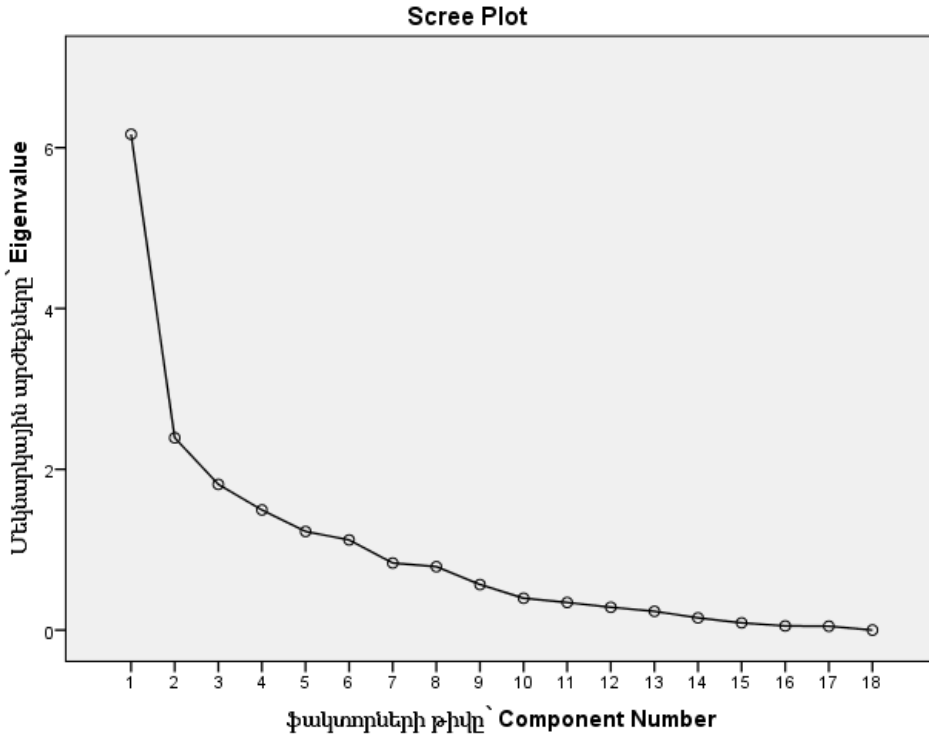
U - ն կառավարության որոշմամբ V դասի համար սահմանված նորմն է

Ստացված արդյունքներից պարզ դարձավ, որ 43 ցուցանիշներից 20-ի մոտ շեղումները -100% են, այսինքն՝ այդ փոփոխականների փաստացի արդյունքները բոլոր ջրային օբյեկտներում այնքան փոքր են, որ նույնիսկ 5-րդ դասի հետ համեմատելիս շեղում գրեթե չի նկատվում: Ուստի որոշեցինք վերլուծությունը կատարել առանց այդ փոփոխականների, բանի որ դրանք վերլուծության արդյունքների վրա չեն կարող ազդել: Քանի որ «ընդհանուր անօրգանական ազոտն էլ իրենից ներկայացնում է «նիտրատ իոն» + «նիտրիտ իոն» + «ամոնիում իոն», իսկ «կոշտություն» ցուցանիշը իր մեջ ընդգրկում է «կալցիում» և «մագնեզիում» ցուցանիշները որոշակի համամասնությամբ, ապա վերլուծության ժամանակ հաշվի առնվեց

⁵ Многомерный статистический анализ в экономике, Л. А. Сошнокова, В. Н. Тамашевич, Г. Уебе, М. Шефер, Москва 1999

միայն կոշտություն և ԸԱԱ ցուցանիշները՝ մյուս ցուցանիշները իրենց մեջ արդեն իսկ ներգրավված լինելու պատճառով: Մնացած 18 ցուցանիշների համար կատարել ենք ֆակտորային վերլուծություն SPSS փաթեթի միջոցով: Փաթեթը վերլուծության տարբեր եղանակների հնարավորություն ունի, մենք կատարել ենք գրեթե բոլոր եղանակներով, ի վերջո կանգ առել հիմնական բնութագրիչների մեթոդի վրա⁶՝ equamax մեթոդով:

Նկար 1.



Նկար 1-ից երևում է, որ ֆակտորների լավագույն թիվը 6-ն է, քանի որ գրաֆիկի շրջման կետը համընկնում է ֆակտորների քանակի առանցքի 6 կետի հետ:

Հավելվածում ներկայացված է 18 ցուցանիշների ընդգրկվածությունը 6 ֆակտորներում:

Ֆակտորների համար կիրառել ենք բլաստերային վերլուծություն Վարդի մեթոդով (Վարդի մեթոդը նվազագույնի է հասցնում ցանկացած 2 բլաստերների միջև ընկած հեռավորությունը, անկախ այն բանից, թե դրանք որ բայլում, փուլում են ձևավորվել)⁷: որպես միջբլաստերային հեռավորություն օգտագործելով Էվկլիդեսյան հեռավորության բառակուսու տարբերակը (հեռավորությունների ընտրություն ևս կա): Վերջինս հաշվարկում է հետևյալ բանաձևով՝

$$\sum_i (x_i - y_i)^2$$

Որտեղ x_i -ն և y_i -ն, $i=1; 2; \dots; n$ համապատասխանաբար x և y փոփոխականների i -րդ դիտարկման արդյունքն է:

Դասակարգումը կատարվեց 5 բլաստերների միջև՝ հաշվի առնելով պաշտոնական դասակարգման դասերը՝ թվով 5 (դիտակետերի պայմանական անվանումները նշանակվել են հաշվի առնելով Հայեկոմնոստորինգի կողմից տրված հերթական համարը և տվյալ ջրային օբյեկտին դրանց պատկանելիությունը):

Աղյուսակ 1.

Դիտակետերի ընդգրկվածությունը 5 բլաստերի բաժանման դեպքում

IV բլաստեր						
k38 Կարկաչուն գետաբերան	Q44 Քասախ 0,5կմ բ.Ապարանից ներքև	hh55 Հրազդան գյ. Դարբնիկի մոտ	hh56 Հրազդան Գետաբերան	hh59 Գետառ Գետաբերան	hh225 Հրազդան գյ. Գեղանիստի մոտ	mm72 Մարտունի գետաբերան

Երկրորդ բլաստերում ընդգրկվել է միայն D14 (Մարցիգետ, գետաբերան) դիտակետը: Երրորդ և հինգերորդ բլաստերները ևս առանձնացված բլաստերներ են, համապատասխանաբար D343 (Շնող, գետաբերան) և K344 (Կարճևան, գետի գետաբերան) դիտակետերով: Մնացած 87 դիտակետերը ընդգրկվել են առաջին բլաստերում:

⁶ метод главных компонентов- այս մեթոդի կիրառությունը ենթադրում է տվյալների չափողականության կրճատման լավագույն տարբերակ, որի ընթացքում տեղեկատվության հնարավորինս քիչ կորուստ է գրանցվում, <https://ru.wikipedia.org/wiki>

⁷ SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей, под редакцией кандидата физико- математических наук, доцента Днепропетровского национального университета, В. Е. Момота

Ստորև ներկայացված է ֆակտորային վերլուծության արդյունքում ստեղծված 6 ֆակտորների միջին արժեքները ըստ 5 բլաստերների:

Աղյուսակ 2.

Ֆակտորների միջին արժեքները ըստ բլաստերների

	I բլաստեր	II բլաստեր	III բլաստեր	IV բլաստեր	V բլաստեր
Ֆակտոր 1	-0.1191	-0.5146	0.3743	0.3845	7.8116
Ֆակտոր 2	-0.1745	-1.0494	-0.2711	2.6394	-1.9738
Ֆակտոր 3	-0.1089	8.0160	0.4254	0.1221	0.1781
Ֆակտոր 4	-0.1161	0.0526	-0.3035	1.0543	2.9752
Ֆակտոր 5	0.0122	0.5137	-0.0054	0.0291	-1.7751
Ֆակտոր 6	-0.1099	0.7192	7.6468	0.1479	0.1603

Եզրակացություններ

✓ Աղյուսակ 2-ից երևում է, որ առաջին բլաստերի համար գրեթե բոլոր ֆակտորները ունեն բացասական նշան, այսինքն՝ առաջին բլաստերում ընդգրկվել են այնպիսի դիտակետեր, որոնց համար աղտոտվածության բոլոր ցուցանիշների շեղումների միջինները ունեն բացասական նշան. այս դիտակետերում աղտոտվածության մակարդակը ցածր է:

✓ Նույն աղյուսակից ակնհայտ է դառնում, որ չորրորդ բլաստերում ընդգրկված դիտակետերի համար բոլոր ֆակտորները դրական նշանով են, աղտոտվածության գրոյական շեմից դրական են շեղված (գրոյական շեմ ասելով հասկանում ենք գրոյի հավասար այն ցուցանիշների «գումարային» շեղումը, որն ընդգրկված է տվյալ ֆակտորում), այսինքն՝ այս դիտակետերի բոլոր ցուցանիշները աղտոտվածության բարձր մակարդակ ունեն: Սակայն պետք է նկատել, որ երկրորդ ֆակտորի և չորրորդ ֆակտորի շեղումը ավելի մեծ է: Այսինքն այդ ֆակտորների մեջ ընդգրկված ցուցանիշները պատճառային վերլուծության համար առավել կարևոր են դառնում:

Կարծում ենք, որ, եթե ժամանակային մշտադիտարկում անցկացվի, ապա արդյունքները նույնը կլինեն՝ չորրորդ բլաստերում բոլոր դիտակետերը կառանձնանան նմանատիպ արդյունքներով: Այս պարագայում, դիտակետերի այսպիսի խմբին կարելի է անվանել «կայուն աղտոտված» դիտակետեր:

Աղյուսակ 1-ից ակնհայտ է, որ չորրորդ բլաստերում ընդգրկված 7 դիտակետերից 5-ը (շուրջ 71.4%-ը) պատկանում է Հրազդան ջրավազանին. ավելին, 4 դիտակետերը պատկանում են Հրազդան գետին, իսկ 1 դիտակետ՝ Q44-ը՝ Զասախ գետին: Մյուս 2 դիտակետերից k38 դիտակետը Ախուրյան ջրավազանի Կարկաչուն գետին է պատկանում, իսկ մյուս՝ mm72 դիտակետը՝ Սևան ջրավազանին:

✓ Առանձնացված երկրորդ բլաստերի հիմնական «մեղավորը» երրորդ ֆակտորն է, հակառակ դեպքում, ամենայն հավանականությամբ, այն ևս կընդգրկվեր կամ առաջին, կամ երկրորդ բլաստերում, քանի որ այս բլաստերում մյուս ֆակտորների արդյունքները մոտ են առաջին և չորրորդ բլաստերներում ֆակտորների արդյունքներին: Հավելված 1-ից երևում է, որ «մեղավոր» երրորդ ֆակտորում ընդգրկված ցուցանիշներն են «ընդհանուր ֆոսֆոր», «ֆոսֆատ իոն» և «սուլֆատ իոն» ցուցանիշները: Այս դիտակետում կարելի է առանձնակի ուշադրություն դարձնել վերոհիշյալ ցուցանիշներին:

✓ Երրորդ բլաստերը, որտեղ ընդգրկված է միայն D343 դիտակետը, առանձնացվել է վեցերորդ ֆակտորի պատճառով, որովհետև հենց այն ֆակտորի շեղումն է բավականաչափ մեծ գրոյական շեմից՝ 7,6468: Վեցերորդ ֆակտորի ցուցանիշներն են «ընդհանուր անօրգանական ազոտը» և «երկաթը» (հավելված 1):

Հինգերորդ բլաստերը ևս առանձնացված է: K344 դիտակետում պետք է առանձնակի ուշադրություն հրավիրել ֆակտոր առաջինի ցուցանիշներին, ընդ որում առաջին ֆակտորը ամենատարողունակ ֆակտորն է, որում ընդգրկվել են 18 ցուցանիշներից 5-ը՝ «ընդհանուր հանքայնացում», «Էլեկտրահաղորդականություն», «ԹՔՊ-Cr», «նատրիում» և «բլորիդ իոն» ցուցանիշները (հավելված 1):

✓ Այսպիսով՝ մշտադիտարկումը հնարավորություն է տալիս գտնել դիտակետեր, որոնք ունեն խնդիրներ և մատնանշել այն պատճառները, որոնց հետևանքով առաջանում են այդ խնդիրները:

Հավելված

Ցուցանիշների դասավորվածությունը ըստ ֆակտորների

ցուցանիշները	ֆակտորները					
	1	2	3	4	5	6
Ընդհանուր հանքայնացում	.900					
Էլեկտրահաղորդականություն	.900					
ԹՔՊ-Cr	.814					
Նատրիում	.749			.470		
Բլորիդ իոն	.557	.517				
Ընդհանուր ֆոսֆոր		.920				
Ֆոսֆատ իոն		.919				

Սուվֆատ իոն		.599				
Կախված մասնիկներ			.821			
Կոշտություն	.408		.747			
Գույն			-			
Սիլիկատ իոն				-713		
Կալիում				.667		
Հոտ (20oC and 60oC)	.415	.450		.586		
ԹԿՊՏ					.810	
Լուծված թթվածին					.754	
Երկաթ, ընդհանուր						.908
Ընդհանուր անօրգանական ազոտ		.540				.576

Ներկայացվել է 18.01.2018թ.
Ընդունվել է տպագրության 28.02.2018թ.