

**ՀՀ ԳԱԱ ԲՈՒՍԱԲԱՆՈՒԹՅԱՆ ԻՆՍՏԻՏՈՒՏ**

**ԱԼԵՔՍԱՆՅԱՆ ՏԱՐՈՆ ՎԱՐԴԱՆԻ**

**ԿԼԻՄԱՅԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅԱՆ ԱՁԴԵՑՈՒԹՅՈՒՆԸ ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՈՐՈՇ  
ՀԱՉՎԱԳՅՈՒՏ ԷԿՈՀԱՄԱԿԱՐԳԵՐԻ ՎՐԱ**

Գ.00.05- «Բուսաբանություն, սնկաբանություն, էկոլոգիա» մասնագիտությամբ  
կենսաբանական գիտությունների թեկնածուի գիտական աստիճանի հայցման  
ատենախոսության

**ՍԵՂՄԱԳԻՐ**

**ԵՐԵՎԱՆ - 2017**

---

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК РА**

**ИНСТИТУТ БОТАНИКИ НАН РА**

**АЛЕКСАНЯН ТАРОН ВАРТАНОВИЧ**

**ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА НЕКОТОРЫЕ  
РЕДКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ АРМЕНИИ**

**АВТОРЕФЕРАТ**

Диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
по специальности 03.00.05 - “Ботаника, микология, экология ”

**ЕРЕВАН - 2017**

Ատենախոսության թեման հաստատվել է ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության  
ինստիտուտում

**Գիտական ղեկավար՝**

Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր՝

**Գ.Մ. Ֆայվուշ**

**Պաշտոնական ընդդիմախոսներ՝**

Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր՝

**Ս.Ա. Բալոյան**

Կենսաբանական գիտությունների դոկտոր՝

**Ա. Հ. Ղուլիջանյան**

**Առաջատար կազմակերպություն՝ Երևանի պետական համալսարան**

**Պաշտպանությունը կայանալու է 2017 թ. հունիսի 13-ին ժամը 14<sup>00</sup>-ին**

ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտում գործող ՀՀ ԲՈՀ-ի “Բուսաբանություն”  
035 մասնագիտական խորհրդի նիստում:

Հասցե՝ 0040, Երևան, Աճառյան 1, ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտ

E-mail: [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

Ատենախոսությանը կարելի է ծանոթանալ ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության  
ինստիտուտի գրադարանում և [www.botany.sci.am](http://www.botany.sci.am) կայքում:

Սեղմագիրն առաքված է 2017 թ. մայիսի 12 -ին:

**035 մասնագիտական խորհրդի գիտքարտուղար,**

Կենսաբանական գիտությունների թեկնածու՝



**Ա.Գ. Ղուկասյան**

---

**Тема диссертации утверждена в Институте ботаники НАН РА**

**Научный руководитель:**

Доктор биологических наук

**Г. М. Файвущ**

**Официальные оппоненты:**

доктор биологических наук

**С.А. Балоян**

доктор биологических наук

**А. А. Кулиджанян**

**Ведущая организация: Ереванский государственный университет**

**Защита диссертации состоится 13-го июня 2017 г. в 14<sup>00</sup> часов на заседании**

Специализированного совета 035 по ботанике ВАК РА, действующего при

Институте ботаники НАН РА

Адрес: 0040, Ереван, ул. Ачарян 1, Институт ботаники НАН РА

E-mail: [botanyinst@sci.am](mailto:botanyinst@sci.am)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института ботаники НАН РА

и на сайте [www.botany.sci.am](http://www.botany.sci.am)

Автореферат диссертации разослан 12-го мая 2017 г.

**Ученый секретарь специализированного совета 035,**

кандидат биологических наук



**А. Г. Гукасян**

## ՆԵՐԱԾՈՒԹՅՈՒՆ

**Թեմայի արդիականությունը.** ներկայումս ամբողջ աշխարհում կարևորագույն բնապահպանական խնդիրներից են կենսաբազմազանության պահպանությունը և կլիմայի փոփոխությունը, ընդ որում ավելի մեծ ուշադրություն է դարձվում կենսաբազմազանության վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցության հիմնահարցերին: Բնական էկոհամակարգերի վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցության գնահատումը բարդ խնդիր է, որի լուծումներն օգտագործվում են հազվագյուտ և անհետացող կենդանական և բուսական տեսակների պահպանության համար:

Հայաստանում 1995թ.-ից մինչ այժմ մշակվել է կլիմայի փոփոխության երեք ազգային հաղորդագրություններ, որոնցում բավարար չափով դեռևս չեն լուսաբանվել բնական էկոհամակարգերի վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցությունը: Ոլորտի վերաբերյալ իրականացվել են ընդամենը մի քանի գիտական հետազոտություններ, որոնցում բուսականության տիպերի մակարդակով կանխատեսվել է կլիմայի փոփոխության հետևանքով սպասվելիք փոփոխությունները (Fayvush and Aleksanyan, 2015; Aleksanyan et al., 2016; Файвущ и др., 2011; Файвущ, 1999):

Ներկայումս բնական էկոհամակարգերի վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցությունը գնահատելու համար օգտագործվում են տարբեր մոդելներ (Hutchinson, 1957; Guisan and Thuiller, 2005; Araujo et al., 2012; Franklin, 2013): Այն հազվագյուտ էկոհամակարգերը, որոնցում ներկայացված տեսակային կազմը աչքի է ընկնում, թե՛ հարստությամբ և թե՛ հազվագյուտությամբ կլիմայի փոփոխության ազդեցության գնահատման տեսանկյունից առավել մեծ հետաքրքրություն են ներկայացնում: Սույն աշխատանքում մեր կողմից ընտրվել են Հայաստանում հանդիպող «Ջաջուռի ռեյլկտային տափաստան» և «Սոսու պուրակ» հազվագյուտ էկոհամակարգերը: Նշված էկոհամակարգերը կարևորագույն բուսաբանական և «Էմերալդ» էկոլոգիական ցանցի տարածքներ են (Таманян и Файвущ, 2009; Ասատրյան և Ֆայվուշ, 2013; Файвущ и др., 2016): Աշխատանքում ներկայացված ուսումնասիրության արդյունքները արդիական են կլիմայի փոփոխության ազդեցությամբ պայմանավորված կենսաբազմազանության և բնական էկոհամակարգերի պահպանության, ինչպես նաև հեռանկարում հանրապետության տարածքում այլ կարևորագույն և հազվագյուտ էկոհամակարգերի խոցելիության գնահատման համար:

**Աշխատանքի նպատակը և խնդիրները.** աշխատանքի հիմնական նպատակն է գնահատել կանխատեսվող կլիմայի փոփոխության հետևանքով Հայաստանի երկու կարևորագույն և հազվագյուտ էկոհամակարգերի («Ջաջուռի ռեյլկտային տափաստան» և «Սոսու պուրակ») խոցելիությունը, ներառյալ հազվագյուտ, Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված տեսակների (Թամանյան և ուր., 2010) խոցելիության գնահատումը՝ ընդգրկելով դրանց հարմարվողականության հնարավորությունների գնահատումը, ինչպես նաև պահպանության հնարավոր և անհրաժեշտ միջոցառումների մշակումը: Այստեղ առաջադրվել և լուծվել են հետևյալ **խնդիրները.**

• դաշտային ուսումնասիրությունների արդյունքում ուսումնասիրվող էկոհամակարգերում Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված բուսատեսակների պոպուլյացիաների գնահատում:

• ըստ կլիմայի փոփոխության տարբեր մոդելների ուսումնասիրվող բուսատեսակների ապագայում աճման համար նպաստավոր տարածքների որոշում և քարտեզագրում:

• կլիմայի փոփոխության նկատմամբ ուսումնասիրվող տեսակների հարմարվողականության որոշման նպատակով մոդելավորման համար ընդհանուր շրջանառության կլիմայական մոդելներից ստացված տվյալներից անհրաժեշտ կենսակլիմայական տվյալների որոշում:

• տեսակների տարածման մոդելներում մոդելավորման համար օպտիմալ պարամետրիզացիայի որոշում:

• «Ջաջուռի ռելիկտային տափաստան» և «Սոսու պուրակ» տարածքներում ուսումնասիրվող տեսակների վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցության բնույթի բացահայտում:

• ուսումնասիրվող բուսատեսակների կլիմայի փոփոխության նկատմամբ հարմարվողականության կանխատեսում, կլիմայի փոփոխության հետևանքով բնակմիջավայրերի կորստի կամ անհետացման վտանգ ունեցող տեսակների որոշում:

**Աշխատանքի գիտական նորույթը.** Հայաստանում առաջին անգամ՝

• ընտրված մոդելների կիրառմամբ կատարվել է բնական էկոհամակարգերի վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցության գնահատում:

• ընդհանուր շրջանառության կլիմայական մոդելներով ստացված կենսակլիմայական տվյալների միջոցով կատարվել է կենսաբազմազանության տեսանկյունից ընտրված հազվագյուտ և կարևոր էկոհամակարգերի խոցելիության կանխատեսում և գնահատում:

• Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված 33 հազվագյուտ տեսակների համար իրականացվել է դրանց տարածման մոդելավորում:

• ուսումնասիրվել է ընտրված էկոհամակարգերում աճող հազվագյուտ տեսակների ապագա էկոլոգիական վիճակի փոփոխության քանակական մեծությունները և ԱՏՀ միջավայրում կազմվել է աճման համար բարենպաստ պայմաններով տարածքների քարտեզները:

• ընտրված տեսակների տարածման մոդելները փորձարկվել են որոշ ինվազիվ բուսատեսակների տարածվածության կանխատեսումների արդյունքների համար և կատարվել է դրանց գնահատում:

**Աշխատանքի գործնական նշանակությունը.** հետազոտությունների արդյունքները կնպաստեն՝

• «Ջաջուռի ռելիկտային տափաստան» և «Սոսու պուրակ» էկոհամակարգում հազվագյուտ բուսատեսակների պահպանության պլանավորման և կառավարման աշխատանքներին:

• «Ջաջուռի ռելիկտային տափաստան» էկոհամակարգում բնության հատուկ պահպանման տարածքի հիմնման աշխատանքներին:

• «Սոսու պուրակ» պետական արգելավայրում պահպանության աշխատանքների բարելավմանը:

• կլիմայի փոփոխության ազդեցությամբ պայմանավորված բնական էկոհամակարգերի խոցելիությանն ուղղված ուսումնասիրությունների իրականացմանն ու բարելավմանը:

**Փորձահավանությունը.** հետազոտության արդյունքները ներկայացվել են՝

• «Բուսաբանական գիտությունը ժամանակակից աշխարհում» միջազգային գիտաժողովում (Հայաստան, Երևան, 2015 թ.):

• «Կենսաբազմազանության ուսումնասիրությունը Վարզրի «Քոնդարա» լեռնաբուսաբանական կայանում» միջազգային գիտաժողովում (Տաջիկստան, Դուշանբե, 2016 թ.):

• «Ambrosia artemisiifolia տեսակի կայուն կառավարումը» միջազգային գիտաժողովում (Լյուքսեմբուրգ, Վիանդեն, 2016թ.):

• «Կյանքի մասին գիտությունների նորագույն միտումները» միջազգային գիտաժողովում (Երևան, 2016թ.):

• ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի գիտական խորհրդում (2015թ., 2016թ., և 2017թ.):

**Հրատարակված աշխատանքները.** հեղինակի 11 հրատարակումներից 10-ը ներառում են ատենախոսության նյութերը:

**Աշխատանքի կառուցվածքը և ծավալը.** Ատենախոսությունը կազմված է ներածությունից, 3 գլուխներից, եզրակացություններից, գործնական առաջարկներից, գրականության ցանկից (208 անուն) և հավելվածից: Ատենախոսությունը շարադրված է 143 էջի վրա՝ ընդգրկելով 5 աղյուսակ, 13 նկար: Հավելվածը կազմում է 33 էջ, ներառում է 33 մասնագիտական քարտեզներ:

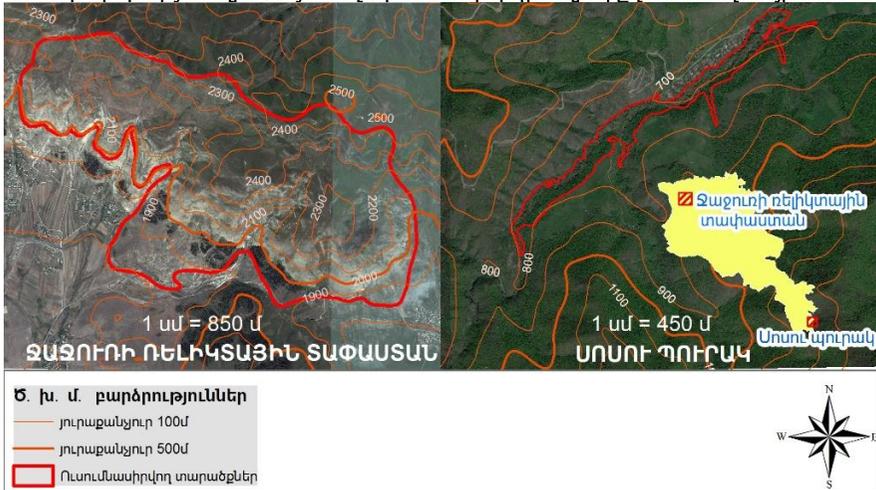
## **ԳԼՈՒԽ 1. ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐՎՈՂ ՏԱՐԱԾՔՆԵՐԻ ՖԻԶԻԿԱ-ԱՇԽԱՐՀԱԳՐԱԿԱՆ ՊԼՅՄԱՆՆԵՐԸ ԵՎ ՆԿԱՐԱԳՐՈՒԹՅՈՒՆԸ: ԿԼԻՄԱՅԻ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆԸ ԱՇԽԱՐՀՈՒՄ ԵՎ ՀԱՅԱՍՏԱՆՈՒՄ**

**Ուսումնասիրվող տարածքների ֆիզիկա-աշխարհագրական և էկոլոգիական պայմանները:** Զաջուռի ռեյիկտային տափաստանը, որի միջին բարձրությունը կազմում է 2150 մ, գտնվում է Շիրակի լեռնաշղթայի հարավային լանջին:

Զաջուռի ռեյիկտային տափաստանը Հայաստանի համար եզակի էկոհամակարգ է, որի նմանները հանդիպում են Զավախքում, Կովկասի հյուսիս-արևմուտքում և Ղրիմում: Ուսումնասիրվող տարածքը ներկայացված է որպես հազվագյուտ բուսատեսակներ ներառող մի կարևորագույն էկոհամակարգ, որը ընդգրկված է Հայաստանի չափազանց հազվագյուտ բնակմիջավայրների ցանկում - F2.33711-AM (Файвух и Алексанян, 2016): Համակեցությունում խճանկարային ներկայացված են տափաստանային հատվածներ, տափաստանային թփուտներ և քարացրոնային աճելավայրեր: Տափաստանային թփուտներից խոշոր խմբավորումներ են առաջացնում երկու տեսակ՝ *Spiraea crenata* L. և *Spiraea hypericifolia* L., տափաստանային հատվածներում ներկայումս գերակշռում են *Agropyron imbricatum*

Roem. et Schult., *Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult., *Festuca valesiaca* Gaudin և ոչ մեծ խմբավորումներով հանդիպում է *Stipa pulcherrima* K.Koch տեսակները (Файвуха и Алексанян, 2016): Համեմատաբար փոքր տարածք գրավելով «Ջաջուռի ռեիկտային տափաստանը» ներառում է մի շարք Կարմիր գրքային տեսակներ, որոնցից *Asphodeline taurica* (Pall.) Kunth տեսակը հանդիսանում է բնակմիջավայրի էդիֆիկատոր (Թամանյան և ուր., 2010): Ուսումնասիրվող էկոհամակարգը առանձնանում է որպես կարևորագույն բուսաբանական (Таманян и Файвуха, 2009) և «Էմերալդ» էկոլոգիական ցանցի տարածք (Asatryan and Fayvush, 2013):

Սոսու պուրակը գտնվում է Հարավային Հայաստանի Այունիքի մարզի Մեղրու լեռնաշղթայի հյուսիսային մակրոլանջի ստորոտով անցնող Ծավ գետի ափին 650-750 մ բարձրության վրա, այստեղ էկոհամակարգի ռեիլեֆը լեռնահովտային է:



Արևելյան սոսու (*Platanus orientalis* L.) գերակայությամբ Սոսու պուրակը սկսած դեռ անցյալ դարից գրավել է բազմաթիվ գիտնականներին (Долуханов, 1949; Махатадзе, 1952; Мулкиджанян, 1965): Հիմնականում շնորհիվ այս պուրակի տարածքում առկա էկոհամակարգի հազվագյուտ լինելուն և Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված մի շարք տեսակների առկայությանը, ուսումնասիրվող տարածքում 1958թ. - ին հիմնվել է «Սոսու պուրակ» պետական արգելավայրը: Իսկ համաձայն ժամանակակից տվյալների, այն հանդիսանում է կարևորագույն բուսաբանական տարածք (Таманян и Файвуха, 2009; Asatryan and Fayvush, 2013), որը «Էմերալդ» էկոլոգիական ցանցի տարածք է (Fayvush et al., 2014, 2016): Այս էկոհամակարգը միակն է Կովկասում, որտեղ ծառերից՝ ամբողջովին գերակշռում է սոսի արևելյանը (*Platanus orientalis* L.), իսկ էկոհամակարգում լավ են ներկայացված *Juglans regia* L., *Celtis caucasica* Willd., *Ficus carica* L., *Rubus armeniacus* Focke, *Punica granatum* L., *Malus orientalis* Uglitzk. ex Juz., *Crataegus stevenii* Pojark., *C. Pentagyna* Waldst. & Kit. ex Willd., *Teucrium hyrcanicum* L., *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey.,

*Swida iberica* (Woronow) Pojark. ex Grossh., *Ranunculus cicutarius* Schlecht և այլ բուսա-աշխարհագրական տեսանկյունից հետաքրքրություն ներկայացնող հազվագյուտ տեսակներ: Սոսու պուրակում աճում է Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընգրկված 22 տեսակ:

### **Կլիմայի փոփոխությունը աշխարհում և Հայաստանում**

Կլիմայի փոփոխությունը աշխարհում վերջին տասնամյակների կարևորագույն հիմնախնդիրներից մեկն է և գտնվում է գիտական հանրության մշտական ուշադրության կենտրոնում (Committee on Ecological Impacts of Climate Change 2008): Կլիմայի փոփոխության միջկառավարական փորձագետների խմբի (IPCC) հրապարակումների համաձայն 1850 թվականից ի վեր Երկիր մոլորակի երկրամերձ օդի միջին ջերմաստիճանը բարձրացել է մոտ 0,75 °C-ով, իսկ մթնոլորտային տեղումների փոփոխությունները դեռևս ճշգրտման կարիք ունեն (Crowley, 2000; IPCC, 2007):

Հայաստանի Հանրապետությունը լեռնային երկիր է, որը մեծամասամբ բնութագրվում է չորային կլիմայական պայմաններով: Գործնականում հանրապետության ողջ տարածքը կլիմայի փոփոխության տեսանկյունից համարվում է խոցելի: Կլիմայի փոփոխության մասին Հայաստանի առաջին և երկրորդ հաղորդագրություններում ներկայացված են օդի երկրամերձ ջերմաստիճանի և մթնոլորտային տեղումների քանակի փոփոխությունների գնահատականները: Կլիմայի փոփոխության մասին երրորդ ազգային հաղորդագրության մեջ ներկայացված արդյունքները բարելավվել են նոր տվյալների և մեթոդաբանությունների կիրառման շնորհիվ: Ըստ այդ արդյունքների ջերմաստիճանի բարձրացումը առավել զգալի է եղել վերջին տասնամյակների ընթացքում: Այսպես, 1935–1996թթ տարեկան միջին ջերմաստիճանի աճը կազմել է 0,4 °C, 1935–2007թթ՝ 0,85 °C, իսկ 1935–2012թթ աճը դարձել է 1,03 °C (Մելքոնյան և Գևորգյան, 2015): Տարբեր ժամանակահատվածների համար կատարված մթնոլորտային տեղումների ուսումնասիրությունները ցույց են տվել, որ 1935–1996թթ և 1935–2012թթ մթնոլորտային տեղումները համապատասխանաբար նվազել են 6% և 10%-ով: Սակայն այս փոփոխությունները անհավասարաչափ են բաշխված հանրապետության տարածքում (Мелконян и др., 2013, Gevorkyan et al., 2015, Խալաբյան և ուր., 2015 Մելքոնյան և ուր., 2014 ):

Ըստ կլիմայի փոփոխության երրորդ ազգային հաղորդագրության, կլիմայի փոփոխությունը իր հետ փոփոխություններ կբերի թե՛ Հայաստանի ընդհանուր կենսաբազմազանության և թե՛ առանձին անտառային, ալպյան, մերձալպյան և խոնավ տարածքների էկոհամակարգերում (Ֆայվուշ, 2015):

### **Տեսակների տարածման մոդելների զարգացման պատմությունը**

Տեսակների տարածման մոդելներին նվիրված ուսումնասիրությունները սկիզբ են առել դեռ այն պահից, երբ մաթեմատիկական մոդելների միջոցով սկսեցին ուսումնասիրվել կենսաբանական օրինաչափությունների կապը աշխարհագրական և/կամ շրջակա միջավայրի գրադիենտների հետ (Grinnell,

1904; Murray, 1866; Schimper, 1903): Տեսակների տարածման ժամանակակից մոդելների և տարածվածության քարտեզագրման առաջացումը պայմանավորված է երկու գիտական ուղղությունների միավորմամբ: Առաջինը կենսաբանական ուսումնասիրություններն են (Capen, 1981; Stauffer, 2002), որը մասնավորապես ներառում է տեսակ-համակեցություն խմբավորումները: Իսկ հաջորդը ֆիզիկական աշխարհագրության մեջ օգտագործվող նորագույն համակարգերն են: Այս մեթոդները հնարավորություն են տալիս տեղանքի բարձրության, կլիմայական պարամետրերի ինտերպոլիացիայի և Երկրի մակերևույթի հեռահար զոնավորման տվյալները օգտագործել ջրային և ցամաքային էկոհամակարգերի ուսումնասիրություններում: Սույն գործիքակազմը ընդլայնում է տեսակների տարածման մոդելների հնարավորությունները՝ թույլ տալով կատարել Երկրագնդի մակերևույթի վրա շրջակա միջավայրի մանրակրկիտ ուսումնասիրություններ: Միաժամանակ աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգերը (ԱՏՀ) օգտագործվել են տեսակների գրանցումների (species records) և շրջակա միջավայրը բնութագրող տվյալների վերամշակման և վերլուծման համար: Տեսակների տարածման մոդելների ներկայիս տեսքը ձևավորվեց նոր վիճակագրական մեթոդների ի հայտ գալուն զուգընթաց: Սույն մոդելների հիմնական առանձնահատկությունը կայանում է նրանում, որ թույլ են տալիս բնակմիջավայրերի դաշտային ուսումնասիրությունների արդյունքները առանձին շերտերի տեսքով ներառել աշխարհագրական տեղեկատվական համակարգում (Ferrier, 1997, Ferrier et al., 2002): Տեսակների տարածման մոդելների զարգացմանը զուգընթաց դրանք հարմարեցվեցին մի շարք էկոլոգիական և վիճակագրական մոդելների (Franklin 2009): Մինևույն ժամանակ տեսակների տարածման մոդելները ունեն լավ կանխատեսման հնարավորություններ, որոնք ներառում են ռեգրեսիոն և մեքենայական ուսուցման մեթոդները: Դրա օրինակներն են ANN (Olden et al., 2008), multivariate adaptive regression splines (Moisen & Frescino, 2002), classification and regression trees and ensembles of trees (random forests, boosted regression trees) (Prasad et al., 2006; Elith et al., 2008), գենետիկական ալգորիթմերը (Stockwell & Peters, 1999), support vector machines (Drake et al., 2006), և maximum entropy models (MaxEnt) (Phillipset al., 2006):

## **ԳԼՈՒԽ 2. ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅԱՆ ՕԲՅԵԿՏՆԵՐԸ, ՆՅՈՒԹԵՐԸ ԵՎ ՄԵԹՈԴՆԵՐԸ**

Ընտրված էկոհամակարգերում մոդելավորման միջոցով կլիմայի փոփոխության հավանական ազդեցությունը գնահատելու նպատակով, օգտագործվել են Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված հազվագյուտ տեսակները (Թամանյան և ուր., 2010), որոնք աճում են «Ջաջուռի ռելիկտային տափաստանում» և «Սոսու պուրակում»: Այստեղ օգտագործվել են դաշտային ուսումնասիրություններից ստացված տվյալները, մասնագիտական գրականությանից օգտագործվել է առանձին տեսակների էկոլոգիական նկարագիրը և ուսումնասիրվող տարածքների էկոլոգիական առանձնահատկությունները բնութագրող տվյալները: Համացանցից

օգտագործվել են նաև ազատ հասանելիություն ունեցող կայքերում զետեղված անհրաժեշտ տվյալները:

Դաշտային ուսումնասիրությունների արդյունքում դասական երկրաբուսաբանական մեթոդներով (Полевая геоботаника, 1959-1976) գնահատվել է ուսումնասիրվող տեսակների պոպուլյացիայի վիճակը (առանձին տեսակների մոտավոր քանակություն, ուսումնասիրվող տարածքներում բաշխվածությունը, կենսունակությունը, հարաբերական հարստությունը):

«Ջաջուռի ռեիկտային տափաստանում» ուսումնասիրվել են *Allium oltense* Grossh., *Allium rupestre* Steven, *Allium struzlianum* Ogan., *Asperula affinis* Boiss. et Huet, *Asphodeline taurica* (Pall.) Kunth, *Hedysarum elegans* Boiss. et Huet, *Paracaryum laxiflorum* Trautv., *Rhaponticoides hajastana* (Tzvelev) Agababian et Greuter, *Rhaponticoides tamaniana* (Agababian) Agababian et Greuter, *Tragopogon armeniacus* Kuthath. և *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin տեսակները, իսկ «Սոսու պուրակում»՝ *Calendula persica* C.A.Mey., *Carex depauperata* Curtis ex With., *Carex pendula* Huds., *Coronilla cretica* L., *Crataegus microphylla* K.Koch., *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey., *Galanthus artjuschenkoae* Gabrielian, *Iris lineolata* (Trautv.) Grossh., *Lathyrus cassius* Boiss., *Lathyrus setifolius* L., *Lathyrus sylvestris* L., *Lens ervoides* (Brign.) Grande, *Medicago arabica* (L.) Huds., *Nonea rosea* (M.Bieb.) Link., *Platanus orientalis* L., *Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh., *Pyrus raddeana* Woronow, *Ranunculus cicutarius* Schlecht., *Sedum stoloniferum* Gmel., *Swida iberica* (Woronow) Pojark. ex Grossh., *Thlaspi umbellatum* Stev. և *Trifolium angustifolium* L. տեսակները:

### **Օգտագործված կլիմայական, լեռնագրական և էդաֆիկ տվյալները**

Կլիմայի փոփոխության ազդեցությամբ պայմանավորված ուսումնասիրվող տեսակների աճման բարենպաստ գոտիների փոփոխությունը որոշելու նպատակով օգտագործվել են գլոբալ կլիմայական մոդելներից ստացված արդյունքները:

Մեր կողմից ընտրվել են հետևյալ գլոբալ կլիմայական մոդելները՝

**GISS-E2-R**-մոդելը ստեղծվել է ՆԱՍԱ-ի Գոդարդ ինստիտուտի տիեզերական հետազոտությունների և կլիմայական համակարգի ուսումնասիրության կենտրոնի կողմից: Մոդելի տարածական լուծաչափը կազմում է 2°×2,5° ըստ լայնության և երկայնության, 40 ուղահայաց շերտեր, որոնց վերին մակարդակը գտնվում է մոտ 60 կմ բարձրության վրա:

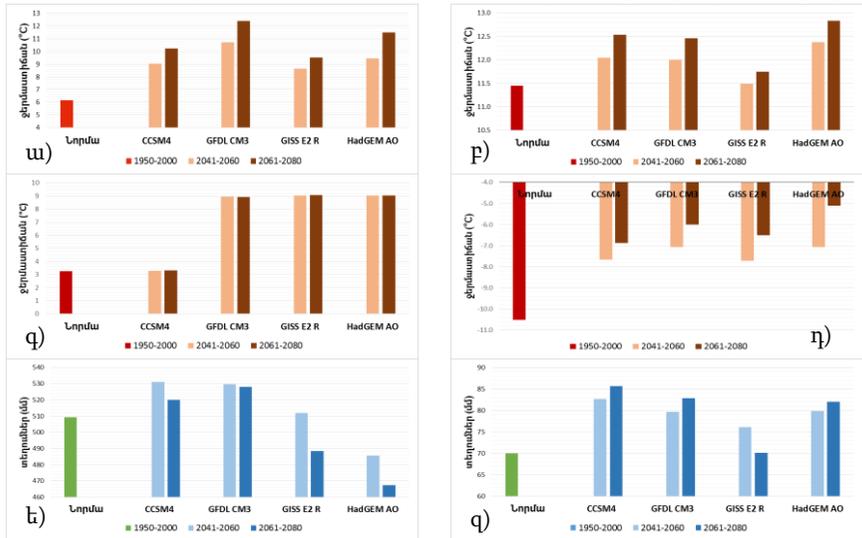
**GFDL-CM3** - մոդելը ստեղծվել է ԱՄՆ ազգային օվկիանոսային և մթնոլորտային ուսումնասիրությունների վարչության (NOAA): Մոդելի տարածական քայլը տատանվում է 163 կմ –ից 231 կմ սահմաններում: Ուղահայաց շերտերի քանակը 48 –ն է, որի վերին մակարդակը գտնվում է մոտ 86 կմ բարձրության վրա:

**HadGEM2-AO**–մոդելը մշակվել է անգլիական Հադլեյի կլիմայական ծառայությունների և ուսումնասիրությունների օդերևութաբանական կենտրոնում: Մոդելի հորիզոնական լուծաչափն է՝ 1,25° × 1,875°, ըստ բարձրության ունի 38 շերտ, որի վերին մակարդակի բարձրությունը կազմում է 39 կմ:

**CCSM4** - Community Climate System Model Version 4 ընդհանուր շրջանառության մոդել է, որի հորիզոնական լուծաչափը կազմում է  $1.25^{\circ} \times 0.9^{\circ}$ , իսկ ուղղահայացի նկատմամբ ունի 26 շերտ, որի վերին մակարդակի բարձրությունը կազմում է 30 կմ (Gevorgyan et al. 2015):

Օգտագործված ընդհանուր շրջանառության մոդելները ներառված են կլիմայի փոփոխության միջկառավարական փորձագետների խմբի հաղորդագրություններում: Այս մոդելների կանխատեսման արդյունքներից մեր կողմից օգտագործվել է կենսակլիմայական տվյալները, որոնք հաշվարկվել են ըստ արտանետումների խտությունների բնութագրական կորերի վատատեսական սցենարների (RCP 8.5) (IPCC 2013; WorldClim 2015):

1950–2000թթ ժամանակահատվածի համար GHCN (Global Historical Climatology Network), WMO (World Meteorological Organization), FAOCLIM (Food and Agriculture Organization of the United Nations World Climate Data 2.0), CIAT (International Center for Tropical Agriculture) և մի շարք տարածաշրջանային տվյալների բազաներից ստացված օդերևութաբանական կայանների դիտարկումների տվյալների հիման վրա ANUSPLINE մեթոդով հաշվարկված կենսակլիմայական տվյալների տարածական բաշխվածությունը ընդունվել է, որպես բազիսային ժամանակահատվածը բնութագրող տվյալներ (Hijmans et al., 2005; WorldClim, 2015): 1950-2000թթ, 2041–2060թթ, և 2061-2080թթ ժամանակահատվածների համար առկա 19 կենսակլիմայական տվյալները



**Նկար 2. Տեսակների տարածման մոդելներում օգտագործված կենսակլիմայական տվյալները ա) միջին մթնոլորտային տեղումներ, բ) օրական ջերմաստիճանների միջին ամսական ամպլիտուդան, գ) իզոթերմ, դ) ցուրտ ամսվա նվազագույն ջերմաստիճան, ե) միջին տարեկան մթնոլորտային տեղումների քանակ, զ) մթնոլորտային տեղումները ցուրտ ամսին) բազիսային, 2041–2060թթ. , և 2061-2080թթ. ժամանակահատվածների համար:**

ենթարկվել են կոռեկցիայի, որի արդյունքում 0,7-ից բարձր



փոփոխականները US<-ի միջոցով ենթարկվել են, տարածական ընդհանրացման, որի արդյունքում դրանց տարածական քայլը հավասարեցվել է մոդելավորման մեջ օգտագործվող մյուս փոփոխականների հետ և կազմում է 1 կմ × 1 կմ (Ալեքսանյան 2016):

### **Տեսակների տարածման մոդելներ**

Կլիմայի փոփոխության հետևանքով ուսումնասիրվող տեսակների համար ապագայում աճման բարենպաստ տարածքները որոշելու նպատակով մեր կողմից կիրառվել են տեսակների տարածման մոդելները: Այս մոդելները վիճակագրական բնույթի մոդելներ են: Կենսաբանական, էկոլոգիական և բնապահպանական ոլորտներում հայտնի են մեկ տասնյակից ավելի տեսակների տարածման մոդելներ (Xinhai and Yuan, 2013): Աշխատանքում դրանցից ընտրվել են ռեգրեսիայի հիմքում ընկած և մեքենայական ուսուցման մեթոդներով աշխատող տեսակների տարածման հետևյալ չորս մոդելները՝

**MARS** - Multiple Adaptive Regression Splines մոդելը, որը գծային ռեգրեսիոն մոդել է, որն ունի ոչ գծային կախումները և փոխազդեցությունները մոդելավորելու հնարավորություն (Friedman 1991): Այս մոդելը թույլ է տալիս ուսուցման տվյալների տարբեր մակարդակներում կիրառել տարբեր մոդելային գործակիցներ: MARS մոդելը հատկապես լավ է աշխատում, երբ առկա են մեծ քանակությամբ ուսուցման տվյալներ և ցածր աստիճանի կապեր (Thuiller et al., 2009):

**Generalized boosting. Boosting** (GBM) մոդելը կազմված է բազմաթիվ պարզ մոդելներից, այդ պարզ մոդելների կանխատեսումները հիմնվում են ուսումնասիրվող տեսակների բաշխվածության և շրջակա միջավայրը բնութագրող փոփոխականների վրա (Friedman et al., 2000; Friedman, 2001):

Generalized boosting մոդելը լավ է աշխատում նույնիսկ, երբ կանխատեսվող և կախյալ փոփոխականների մեջ կապերը բարդ են (ոչ գծային կապեր, փոխազդող կամ աղմուկ ունեցող կապեր): GBM – ը կարելի է ներկայացնել որպես զարգացող մոդել, որը յուրաքանչյուր հաջորդ քայլում ավելացնում է մոդելի մեջ փոքր փոփոխություններ՝ բարելավելով այն (Friedman et al., 2000):

**Random Forest**-ը անսամբլային դասակարգիչ է, որը բաղկացած է բազմաթիվ որոշումների ծառերից (decision tree), որը աշխատում է Breiman's random forest algorithm for classification and regression մոդելի միջոցով (Breiman, 2001): Այն արդյունավետ է աշխատում տվյալների մեծ քանակությունների հետ: Random forest-ը այն եզակի մեքենայական ուսուցման ալգորիթմներից է, որոնք շատ մեծ արդյունավետությամբ կանխատեսում են տեսակների հավանական տարածվածությունը (Iverson et al., 2008):

**Maximum entropy** (Maxent) մեթոդը կիրառվում է մեքենայական ուսուցման մեթոդի հիմքով մոդելավորել կենսաբանական տեսակների աշխարհագրական տարածվածությունը (Phillips et al., 2006): Maxent մոդելը կանխատեսման համար օգտագործում է միայն ներկա տվյալները:

Տեսակների տարածման մոդելների կանխատեսման արդյունավետության գնահատումը կատարվել է հուսալի հմտության վիճակագրության մեթոդով (True

Skill Statistic «TSS») (Allouche et al., 2006; Liu et al., 2009): Աշխատանքում ընտրվել են այն մոդելները, որոնց խաչաձև փորձարկումների ժամանակ հաշվարկված TSS սահմանային արժեքները եղել են մեծ 0,6-ից:

Վերոհիշյալ մոդելները և բոլոր օգտագործված փոփոխականները բերվել են «R» (R Core Team, 2015) ծրագրավորման լեզվի միջավայր, որտեղ մոդելավորելու համար օգտագործվել է «biomod 2» (Thuiller et al., 2009) փաթեթը:

Օգտագործված բոլոր տեսակների տարածման մոդելները աշխատում են կեղծ-բացակա (pseudo-absence) տվյալներով, այստեղ բացակա տվյալները ստացվում են մոդելավորման ընթացքում կեղծ-բացակա պարամետրերի ընտրությամբ: «Biomod 2» փաթեթի միջոցով տեսակների տարածման մոդելներում 100 կեղծ-բացակա տվյալները բաշխվել են ըստ «disk» մեթոդի այնպես, որ դրանք ներկա տվյալներից գտնվեն 10 կմ հեռավորության վրա (Thuiller et al., 2009): Նման սկզբունքի ընտրությունը պայմանավորված է այն հանգամանքով, որ ներկա տվյալների մոտ գտնվող բացակա տվյալները ունենում են մեծ ազդեցություն ներկա տվյալների հարակից տարածքների վրա:

Օգտագործվող տեսակների տարածման մոդելներից ստացված արդյունքները ենթարկվել են մոդելային անսամբլի, որի ելքային տվյալները բնութագրում են մոդելների ընդհանրական արդյունքները: Անսամբլային մեթոդի հիմքում ընկած են տարբեր մոդելների կանխատեսումների կոմբինատիվ ալգորիթմները (Gregory et al., 2001; Thuiller, 2004; Araújo & New, 2007): Այս մեթոդը վերջին ժամանակներս լայն տարածում է ստացել, մասնավորապես հազվագյուտ տեսակների վրա կլիմայի փոփոխության ազդեցության գնահատման ուսումնասիրություններում (Thuiller, 2004; Araújo et al., 2006): Աշխատանքում կիրառվել է հավասարակշռված միջին անսամբլային մեթոդը, որը հիմնված է մոդելների հուսալիության գնահատականների վրա (Ալեքսանյան 2016, Алексанян и Файбуя, 2016): Միջին հավասարակշռված անսամբլի հավասարումը տրված է հավասարում (1) – ում:

$$WA_i = \frac{\sum_j (AUC_{mj} \times m_j)}{\sum_j AUC_{mj}} \quad (1)$$

Որտեղ՝  $m_j$ -ին  $i$ -երորդ կարմիր գրքային տեսակի համար կանխատեսված բարենպաստ գոտում գտնվելու հավանականությունն է տարածության յուրաքանչյուր քայլում, ըստ  $j$  կանխատեսման մոդելի համաձայն, որի համար հաշվարկվել է AUC (TSS, ROC) ստուգման կորը:

Ընտրված անսամբլային մեթոդի բարձր արդյունավետությունը հրապարակվել է մի շարք աշխատություններում (Gregory et al., 2001; Johnson & Omland, 2004; Araújo & New, 2007; Goswami & O'Connor, 2007)

### **ԳԼՈՒԽ 3. ՀԱՋՎԱԳՅՈՒՏ ԲՈՒՍԱՏԵՍԱՎԿՆԵՐԻ ԵՎ ԷԿՈԼՈՍՏԱԿԱՐԳԵՐԻ ԽՈՑԵԼԻՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄ**

Երրորդ գլխում ներկայացված են կլիմայի փոփոխությամբ պայմանավորված ուսումնասիրվող Կարմիր գրքային բուսատեսակների էկոլոգիական պայմանների փոփոխությունների վերլուծությունների արդյունքները:

Ուսումնասիրվող բուսատեսակների համար երկրորդ գլխում բերված մեթոդների կիրառմամբ որոշվել են բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններով տարածքները (Aleksanyan et al., 2016): 70% և բարձր բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններով տարածքների մակերեսները համեմատվել են ապագա և բազիսային ժամանակահատվածների համար: Համեմատությունը թույլ է տալիս քանակապես պատկերացում կազմել ուսումնասիրվող տեսակների աճման գոտիների հնարավոր փոփոխությունների վերաբերյալ: Ատենախոսության մեջ ուսումնասիրվող յուրաքանչյուր տեսակի համար մանրամասն ներկայացված է երկու ժամանակահատվածներում (2041-2060թթ. և 2061-2081թթ.) փոփոխության տվյալները: Տարածքի խնայման նպատակով հակիրճ ներկայացնում ենք ուսումնասիրվող բուսատեսակների կանխատեսման արդյունքները 2061–2080թթ-ի համար (աղյուսակ 1,2):

Չնայած որ *Allium oltense* Grossh. տեսակի համար մեր կողմից կատարված կանխատեսումների արդյունքներում առկա են որոշակի հակասություններ, սակայն ամենայն հավանականությամբ *A. oltense* տեսակի վրա կլիմայի փոփոխությունը բացասական ազդեցություն չի ունենա:

Աղյուսակ 1:

*Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված հազվագյուտ տեսակների աճման համար բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններ ունեցող տարածքների փոփոխությունը 2061–2080թթ-ին Ջաջուռի ռելիկտային տափաստանում, բազիսային ժամանակահատվածի համեմատ, ըստ կլիմայական մոդելներից ստացված փվայլների:*

Տեսակ	CCSM4	GFDL CM3	GISS E2-R	HadGEM 2-AO
	2061-2080թթ	2061-2080թթ	2061-2080թթ	2061-2080թթ
<i>Allium oltense</i>	71.3%	44.8%	-49.5%	65.6%
<i>Allium rupestre</i>	-28.2%	-60.5%	-88.3%	-87.8%
<i>Allium struzlianum</i>	50.7%	90.7%	-98.5%	7.4%
<i>Asperula affinis</i>	-24.0%	-62.2%	-49.4%	-83.8%
<i>Asphodeline taurica</i>	-7.6%	-100.0%	-38.7%	-17.2%
<i>Hedysarum elegans</i>	-68.1%	-49.5%	168.5%	83.8%
<i>Paracaryum laxiflorum</i>	13.2%	-29.1%	-95.6%	10.4%
<i>Rhaptocoides hajastana</i>	-42.2%	826.9%	-16.0%	-6.7%
<i>Rhaptocoides tamanianae</i>	-70.1%	37.6%	-53.0%	95.8%
<i>Tragopogon armeniacus</i>	-26.6%	-9.2%	-84.0%	-22.1%
<i>Valeriana eriophylla</i>	-100.0%	-100%	-100%	-100%

Մեր կողմից կիրառված բոլոր կլիմայական մոդելների կիրառմամբ կանխատեսումների արդյունքում, գրանցվել է *Allium rupestre* Steven տեսակի աճման էկոլոգիական պայմանների վատացում: Որն էլ հիմք է հանդիսանում ենթադրելու, որ ապագա կլիմայի փոփոխության պատճառով տեսակին սպառնում է աճելավայրերի կորուստ:

*Allium struzlianum* Ogan. տեսակի կանխատեսումների արդյունքներից դատելով՝ կլիմայի ապագա փոփոխությունները կունենան դրական ազդեցություն և մեծ է հավանականությունը, որ տեսակը կընդլայնի տարածման արեալը:

Ստացված արդյունքների համաձայն՝ ապագայում կլիմայի փոփոխության հետևանքով *Asperula affinis* Boiss. et Huet տեսակին սպառնում է աճելավայրերի կորուստ:

Բազիսային ժամանակահատվածում *Asphodeline taurica* (Pall.) Kunth տեսակի էկոլոգիապես բարենպաստ պայմաններով տարածքները ունեն մեծ արեալ, որն էլ ամենայն հավանականությամբ պայմանավորված է տեսակի լայն էկոլոգիական լայնությով: Կանխատեսման տվյալների համաձայն տեսակը իր հիմնական բնակմիջավայրերում

աճելավայրերի կորուստ չունի, սակայն աճման բարենպաստ էկոլոգիական տարածքներն ունեն կրճատման միտում:

Ապագայի կանխատեսման տվյալների համաձայն *Hedysarum elegans* Boiss. et Huet., բուսատեսակի բնակմիջավայրում էկոլոգիական պայմանները անբարենպաստ կլինեն, սակայն GISS E2-R և HadGEM 2-AO մոդելների միջոցով կանխատեսումների դեպքում Դարեվեզիսի ֆլորիստիկ շրջանում կանխատեսվում է *H. elegans* բուսատեսակի նպաստավոր տարածքների կտրուկ աճ:

Կլիմայական մոդելներից ստացված տվյալներով կատարված կանխատեսումների արդյունքների մեծամասնությունները *Paracaryum laxiflorum* Trautv. բուսատեսակի համար ցույց են տալիս, որ այն զգայուն լինելով կլիմայի փոփոխության նկատմամբ, հնարավոր է ունենա աճելավայրերի կորուստ:

Համաձայն արդյունքների (բացառությամբ GFDL-CM3-ից) *Rhaponticoides hajastana* (Tzvelev) Agababian et Greuter բուսատեսակի համար կանխատեսման արդյունքները հիմնականում համընկնում են և ցույց են տալիս, որ կլիմայի փոփոխությունը դրական կազդի տեսակի հետագա տարածման վրա:

Համաձայն *Rhaponticoides tamanianae* (Agababian) Agababian et Greuter տեսակի կանխատեսման արդյունքների բացի բնակմիջավայրից մոդելավորման արդյունքում նկատվում են մի շարք նպաստավոր պայմաններով գոտիներ, օրինակ՝ Սևանի և Երևանի ֆլորիստիկ շրջաններում, որոնք հավանաբար տեսակների տարածման մոդելներում առկա սահմանափակումների արդյունք են:

Կանխատեսումների համաձայն ապագայում կլիմայի փոփոխությունը *Tragopogon armeniacus* Kuthath. բուսատեսակի համար կունենա բացասական աղդեցություն և հնարավոր է աճելավայրերի կորուստ:

Կանխատեսման տվյալների համաձայն ապագայում կլիմայի փոփոխությունը կարող է անդառնալի աղդեցություն ունենալ *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin բուսատեսակի համար: Էկոլոգիապես անբարենպաստ պայմանների դեպքում անհրաժեշտ է բուսատեսակի համար իրականացնել ex-situ և in-situ պահպանություն:

*Calendula persica* C.A.Mey. տեսակի համար կլիմայական մոդելների միջոցով կատարված բարենպաստ տարածքների կանխատեսումների արդյունքները ունեն որոշակի տարբերություններ, սակայն ուսումնասիրվող տեսակի վրա կլիմայի փոփոխությունները էական չեն ունենում:

Բարենպաստ տարածքների որոշման համար կատարված կանխատեսումների արդյունքների մեծամասնություններում նկատվում է, որ *Carex depauperata* Curtis ex With. համար աճման պայմանները ապագայում կբարելավվեն:

Կլիմայի ապագա փոփոխության CCSM4, GFDL-CM3 և HadGEM2-AO մոդելներից ստացված տվյալներով կանխատեսումների համաձայն, թե՛ 2041–2060թթ և, թե՛ 2061–2080թթ-ին *Carex pendula* Huds. բուսատեսակի աճման համար բարենպաստ տարածքների մակերեսները էականորեն կնվազեն: Ըստ կանխատեսման տվյալների բուսատեսակի համար կլիմայի փոփոխությունը լրջագույն վտանգ կարող է հանդիսանալ:

Ապագայի համար կատարված կանխատեսումների արդյունքները ցույց են տալիս, որ թեպետ *Coronilla cretica* L. բուսատեսակի բնակմիջավայրում աճման նպաստավոր պայմանները կվատանան, սակայն կլիմայի փոփոխության հետևանքով կառաջանան տարածքներ, որտեղ աճման համար պայմանները կլինեն բարենպաստ:

Կլիմայական մոդելներից ստացված տվյալների միջոցով կանխատեսումների արդյունքները ցույց են տալիս, որ *Crataegus microphylla* K.Koch բուսատեսակի էկոլոգիական պայմանները կբարելավվեն և չի բացառվում, որ ապագայում բուսատեսակը ներթափանցի նոր տարածքներ:

Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված տեսակների աճման համար բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններ ունեցող տարածքների փոփոխությունը 2061–2080թթ–ին Սոսու պտրակում, բազիսային ժամանակահատվածի համեմատ, ըստ կլիմայական մոդելներից ստացված տվյալների:

Տեսակ	CCSM4 2061–2080թթ	GFDL CM3 2061–2080թթ	GISS E2-R 2061–2080թթ	HadGEM 2-AO 2061–2080թթ
<i>Calendula persica</i>	-1.6%	-44.7%	110.4%	-60.3%
<i>Carex depauperata</i>	41.8%	69.6%	118.4%	39.5%
<i>Carex pendula</i>	-16.9%	-70.3%	173.8%	-59.1%
<i>Coronilla cretica</i>	-47.8%	-93.9%	130.1%	-85.3%
<i>Crataegus microphylla</i>	21.4%	55.3%	42.0%	67.4%
<i>Euonymus velutina</i>	2.7%	-84.2%	4.8%	-81.5%
<i>Galanthus artjuschenkoae</i>	-22.6%	-51.7%	49.0%	-13.6%
<i>Iris lineolata</i>	-42.2%	-73.7%	88.4%	-84.8%
<i>Lathyrus cassius</i>	6.9%	16.4%	191.2%	3.8%
<i>Lathyrus setifolius</i>	-0.7%	-97.1%	197.9%	-84.3%
<i>Lathyrus sylvestris</i>	2.4%	-64.2%	34.9%	-67.3%
<i>Lens ervoides</i>	-7.2%	152.9%	227.9%	8.4%
<i>Medicago arabica</i>	-12.7%	116.4%	43.1%	-25.1%
<i>Nonea rosea</i>	7.3%	332.7%	75.5%	11.0%
<i>Platanus orientalis</i>	-57.6%	-99.6%	42.9%	-93.9%
<i>Pteridium tauricum</i>	-12.2%	-84.2%	61.9%	-70.5%
<i>Pyrus raddeana</i>	-46.5%	-70.0%	-86.5%	-84.8%
<i>Ranunculus cicutarius</i>	11.3%	-38.0%	19.6%	-68.0%
<i>Sedum stoloniferum</i>	-27.4%	-73.6%	50.5%	-65.3%
<i>Swida iberica</i>	27.6%	-64.2%	152.2%	-67.9%
<i>Thlaspi umbellatum</i>	39.5%	30.3%	182.0%	-39.0%
<i>Trifolium angustifolium</i>	32.4%	89.5%	53.1%	-54.5%

Ըստ կլիմայական երկու մոդելներից ստացված տվյալների՝ CCSM4 և GFDL-CM3 *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey. բուսատեսակի էկոլոգիական պայմանները բարենպաստ են: Համաձայն մյուս կանխատեսումների բուսատեսակի աճման փաստացի տարածքները կունենան էկոլոգիական պայմանների վատացում:

*Galanthus artjuschenkoae* Gabrielian բուսատեսակի կանխատեսման տվյալները ունեն որոշակի տարբերություններ, սակայն դրանք միմյանցից քիչ են տարբերվում: Ըստ այդ տվյալների կլիմայի փոփոխությունը էական ազդեցություն չի ունենա բուսատեսակի վրա:

Կլիմայական մոդելների մեծամասնության միջոցով կատարված կանխատեսումների համաձայն *Iris lineolata* (Trautv.) Grossh. բուսատեսակի համար ապագայում էկոլոգիական պայմանները կլինեն անբարենպաստ:

Համաձայն *Lathyrus cassius* Boiss. բուսատեսակի համար կատարված կանխատեսումների, ժամանակի ընթացքում նպաստավոր պայմաններ ունեցող տարածքները կավելանան: Բացառություն է կազմում միայն 2041–2060թթ-ի համար CCSM4 կլիմայական մոդելով կատարված կանխատեսումները:

Բարենպաստ տարածքների կանխատեսման համար օգտագործված չորս կլիմայական մոդելներից երեքը ցույց են տալիս ապագայում *Lathyrus setifolius* L. տեսակի աճման բարենպաստ տարածքների կրճատում:

*Lathyrus sylvestris* L. բուսատեսակի համար կատարված կանխատեսումների համաձայն կլիմայի փոփոխությունը էական ազդեցություն չի ունենա բուսատեսակի վրա:

Ապագայում էկոլոգիապես բարենպաստ տարածքների կանխատեսման արդյունքների մեծամասնության համաձայն կլիմայի փոփոխությունը դրական ազդեցություն կունենա

*Lens ervoides* (Brign.) Grande, *Nonea rosea* (M.Bieb.) Link. և *Medicago arabica* (L.) Huds. բուսատեսակների վրա:

***Platanus orientalis* L.** բուսատեսակի համար կանխատեսման արդյունքները ցույց են տալիս, որ կլիմայի փոփոխության ազդեցությունը կարող է խիստ բացասական անդրադառնալ տեսակի վրա և, մեր կարծիքով անհրաժեշտ է «Սոսու պուրակ» էկոհամակարգում շարունակել պահպանման միջոցառումները:

***Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh.** բուսատեսակի համար ապագայում աճման բարենպաստ տարածքների որոշման համար կիրառված չորս կլիմայական մոդելներից երեքի դեպքում կանխատեսվում է բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններ ունեցող տարածքների կրճատում:

***Pyrus raddeana* Woronow** բուսատեսակի համար ապագայում աճման բարենպաստ տարածքների որոշման համար կիրառված չորս կլիմայական մոդելներից երեքի դեպքում կանխատեսվում է բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններ ունեցող տարածքների կրճատում:

***Ranunculus cicutarius* Schlecht.** բուսատեսակի համար օգտագործված կլիմայական տվյալների մեծամասնության միջոցով ստացված կանխատեսումների համաձայն «Սոսու պուրակում» և նրա շրջակա տարածքներում մինչև 2080թ.-ը էկոլոգիական պայմանները կլինեն անբարենպաստ:

***Sedum stoloniferum* Gmel.** բուսատեսակի համար մեր կողմից օգտագործված չորս կլիմայական մոդելներից ստացված տվյալների միջոցով ապագա էկոլոգիական պայմանների կանխատեսման արդյունքներից երեքը (CCSM4, GFDL - CM3 և HadGEM2 - AO) վատատեսական են: Համաձայն արդյունքների *S. stoloniferum* Gmel. բուսատեսակը խոցելի է կլիմայի փոփոխության նկատմամբ:

***Swida iberica* (Woronow) Pojark. ex Grossh.** բուսատեսակի համար ապագայում բարենպաստ տարածքների կանխատեսման արդյունքներն ունեն որոշակի հակասություններ: Սակայն, համաձայն կատարված կանխատեսումների մեծամասնության էկոլոգիական պայմանների փոփոխությունը չի անդրադառնում «Սոսու պուրակի» և նրա հարակից տարածքների վրա, իսկ բուսատեսակի աճման պայմանները ապագայում կլինեն բարենպաստ :

***Thlaspi umbellatum* Stev.** տեսակի համար կանխատեսման տվյալների համաձայն Ճակատեն և Ներքին Հանդ գյուղերի միջև ընկած տարածքները ապագայի համար բարենպաստ են: Բուսատեսակը կարող է տարածվել նաև հիմնական բնակմիջավայրի սահմաններից դուրս:

***Trifolium angustifolium* L.** տեսակի աճման բարենպաստ էկոլոգիական պայմաններ ունեցող տարածքների կանխատեսման քարտեզները և աղյուսակային տվյալները ցույց են տալիս, որ կլիմայի ապագա փոփոխությունները էական ազդեցություն չեն ունենա բուսատեսակի վրա:

## ԵԶՐԱԿԱՑՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐ

1. Իրականացվել է տեսակների տարածման մոդելավորման մեթոդների արդյունավետության ստուգում, որի արդյունքում հետագա ուսումնասիրության համար կիրառվել են 4 մոդելներ՝ GBM (Generalized Boosted Regression Models), RF (Breiman and Cutler's Random Forests for Classification and Regression), MARS (Multiple Adaptive Regression Splines) և Maxent (Maximum Entropy): Հայաստանում գտնվող «Ջաջուռի ռեիկտային տափաստան» և «Սոսու պուրակ» հազվագյուտ էկոհամակարգերում աճող Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված համապատասխանաբար 11 և 22 տեսակների համար իրականացվել է կլիմայի փոփոխության

հետևանքով խոցելիության գնահատում՝ օգտագործելով ընտրված համակարգչային մոդելավորման մեթոդները:

2. «Ջաջուդի ռեիկտային տափաստանի» տարածքում կատարված կանխատեսումների համաձայն կլիմայի փոփոխությունը կարող է լրջագույն վտանգ հանդիսանալ այստեղ աճող *Allium rupestre* Steven, *Tragopogon armeniacus* Kuthath. և *Asperula affinis* Boiss. et Huet, հազվագյուտ բուսատեսակների համար: Վերջիններիս համար աճման բարենպաստ տարածքները ապագայում կտրուկ կկրճատվեն, իսկ ըստ կանխատեսման *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin տեսակի համար աճման բարենպաստ տարածքներ հանրապետությունում այլևս չեն լինի: Ապագա կլիմայական տվյալների միջոցով կատարված կանխատեսումների համաձայն «Սոսու Պուրակի» տարածքում աճող Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված՝ *Carex pendula* Huds., *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey., *Iris lineolata* (Trautv.) Grossh., *Lathyrus setifolius* L., *Platanus orientalis* L., *Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh., *Pyrus raddeana* Woronow, *Ranunculus cicutarius* Schlecht. տեսակների համար կանխատեսվում է աճման բարենպաստ տարածքների զգալի կրճատում: Ըստ այդ տվյալների մեծ է հավանականությունը, որ ապագայում նշված տեսակները կունենան աճելավայրերի կորուստ:

3. Հայաստանի Կարմիր գրքում ընդգրկված «Սոսու պուրակի» տարածքում աճող 9 մեզոֆիլ տեսակներից 6-ի համար՝ *Carex pendula* Huds, *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey, *Platanus orientalis* L., *Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh, *Pyrus raddeana* Woronow և *Ranunculus cicutarius* Schlecht. ապագայում կանխատեսվում է աճման բարենպաստ տարածքների կրճատում, որից ենթադրվում է, որ կլիմայի փոփոխությունը կարող է բացասաբար անդրադառնալ էկոհամակարգում աճող մեզոֆիլ տեսակների համար: Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված չորադիմացկուն տեսակների մեծամասնության՝ *Lathyrus cassius* Boiss., *Medicago arabica* (L.) Huds., *Nonea rosea* (M.Bieb.) Link., *Lens ervoides* (Brign.) Grande, *Thlaspi umbellatum* Stev. համար ըստ կատարված կանխատեսումների էկոլոգիական պայմանները բարենպաստ կլինեն, իսկ *Calendula persica* C.A.Mey., *Galanthus artjuschenkoae* Gabrielian, *Lathyrus sylvestris* L., *Trifolium angustifolium* L. տեսակների համար կընդլանվեն աճման նպաստավոր տարածքները: Ենթադրվում է, որ կլիմայի փոփոխության ազդեցությամբ պայմանավորված ընդհանուր էկոհամակարգում աճող չորադիմացկուն տեսակների մեծամասնության համար ապագայում աճման պայմանները կլինեն բարենպաստ:

4. Ուսումնասիրվող տեսակների աճման բարենպաստ տարածքների կանխատեսման քարտեզների և աղյուսակային տվյալների միջոցով կատարված վերլուծության արդյունքում պարզվել է, որ «Ջաջուդի ռեիկտային տափաստանում» աճող՝ *Allium rupestre* Steven, *Asperula affinis* Boiss. et Huet, *Tragopogon armeniacus* Kuthath. բուսատեսակների համար կլիմայի կանխատեսվող փոփոխության հետևանքով աճման բարենպաստ տարածքներ կառաջանան «Արփի լիճ» ազգային պարկի տարածքում: Ըստ կանխատեսվող տվյալների այս տեսակների համար փաստացի բնակմիջավայրի էկոլոգիական պայմանները միտում ունեն ապագայում դառնալ անբարենպաստ, ուստի «Արփի լիճ» ազգային պարկի տարածքը կարող է ունենալ պահպանման տարբեր միջոցառումներ իրականացնելու կարևորագույն դերակատարում:

5. Համաձայն կատարված վերլուծության արդյունքների, կլիմայի փոփոխությունը կբերի ուսումնասիրվող երկու էկոհամակարգերի փոփոխության, որն էլ կհանգեցնի բուսական համակեցության թե՛ կազմի և թե՛ կառուցվածքի փոփոխության: Մեծ է հավանականությունը, որ ուսումնասիրվող էկոհամակարգեր կներթափանցեն ինվազիվ և էքսպանսիվ բուսատեսակներ:

## ԳՐԴՆԱԿԱՆ ԱՌԱՋԱՐԿՆԵՐ

Հիմք ընդունելով մեր կողմից կատարված ուսումնասիրության արդյունքները առաջարկվում է հետևյալ գործնական առաջարկները.

1. «Ջաջուոի ռեիլկտային տափաստանում» աճող, Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված *Tragopogon armeniacus* Kuthath., *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin, *Allium rupestre* Steven և *Asperula affinis* Boiss. et Huet տեսակների համար անհրաժեշտ է իրականացնել սերմերի հավաք և սերմերի բանկում կազմակերպել պահպանություն: *Allium rupestre* Steven և *Asperula affinis* Boiss. et Huet կանխատեսման տվյալների համաձայն «Արփի լիճ» ազգային պարկի տարածքում ապագայում էկոլոգիական պայմանները կլինեն նպաստավոր, ուստի անհրաժեշտ փորձել այս բուսատեսակները տեղափոխել և իրականացնել պահպանման միջոցառումներ: «Ջաջուոի ռեիլկտային տափաստանում» առավել մտահոգիչ են *Tragopogon armeniacus* Kuthath. և *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin տեսակները, որոնց համար ըստ կանխատեսման ապագայում էկոլոգիական պայմանները կլինեն ծայրահեղ անբավարար: Այս տեսակների համար անհրաժեշտ է կազմակերպել Ex-situ պահպանություն, մասնավորապես առավել նպատակահարմար է կազմակերպել տեսակների պահպանությունը ՀՀ ԳԱԱ Բուսաբանության ինստիտուտի «Սևանի բուսաբանական այգում»՝ ստեղծելով վերոհիշյալ տեսակների գոյատևման համար անհրաժեշտ պայմաններ:
2. Նպատակահարմար է «Ջաջուոի ռեիլկտային տափաստան» էկոհամակարգում բնության հատուկ պահպանվող տարածքի հիմնումը: Հատկապես, որ այն կարևորագույն բուսաբանական և թռչնաբանական, «Էմերալդ» էկոլոգիական ցանցի տարածք և համապատասխանաբար «կենսաբազմազանության պահպանության համար կարևորագույն տարածք»: «Սոսու պուրակ» պետական արգելավայրի տարածքում աճող Հայաստանի բույսերի Կարմիր գրքում ընդգրկված *Carex pendula* Huds., *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey., *Iris lineolata* (Trautv.) Grossh., *Lathyrus setifolius* L., *Platanus orientalis* L., *Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh., *Pyrus raddeana* Woronow և *Ranunculus cicutaria* Schlecht. տեսակների համար կանխատեսվել է աճման պայմանների խիստ վատացում: Մեր կողմից առաջարկվում է իրականացնել սերմերի հավաք, սերմերի բանկում պահպանություն և ex-situ պահպանություն՝ տեղափոխելով այս տեսակները ՀՀ ԳԱԱ Երևանի Բուսաբանական այգու տարածք, ապահովելով աճման համար բարենպաստ պայմաններ: Բացի այդ «Չանգեզուրի կենսոլորտային համալիրի» տարածքում անհրաժեշտ է կազմակերպել/շարունակել օժանդակությունը բնական վերարտադրության միջոցառումներին:
3. «Սոսու պուրակի» տարածքում *Coronilla cretica* L. և *Swida iberica* (Woronow) Pojark. ex Grossh. տեսակների համար ապագայում կանխատեսվում է աճման պայմանների խիստ վատացում, փոխարենը՝ Կապան քաղաքի շրջակայքում, վերոհիշյալ տեսակների համար կառաջանան աճման բարենպաստ պայմաններ: Օգտագործելով սերմերը և այլ տնկման նյութերը՝ առաջարկվում է տեղափոխել այս տեսակները Կապանի շրջակայքի առավել նպատակահարմար տեղամասեր՝ իրականացնելով սերմերի հավաք և սերմերի բանկում պահպանություն:
4. Ընդհանուր առմամբ, թե՛ «Չանգեզուրի կենսոլորտային համալիրի», և թե՛ «Արփի լիճ» ազգային պարկի կառավարման պլաններում անհրաժեշտ է կատարել փոփոխություն՝ բնության հատուկ պահպանվող տարածքներ հազվագյուտ տեսակների տեղափոխում իրականացնելու նպատակով:
5. Ուսումնասիրվող էկոհամակարգերում անհրաժեշտ ենք համարում իրականացնել ինվազիվ և էքսպանսիվ տեսակների տարածման և ներթափանցման մշտադիտարկման աշխատանքներ, իսկ անհրաժեշտության դեպքում կազմակերպել դրանց քանակի վերահսկողություն:

## Արեւնախոտության թեմայով հրատարակված աշխատանքների ցանկ.

1. **Ալեքսանյան Տ.Վ.** Կլիմայի փոփոխության հետևանքով որոշ հազվագյուտ տեսակների բաշխվածությունը, ըստ կլիմայական մոդելների // Միջ. գիտաժողովի նյութեր՝ «Բուսաբանական գիտությունը ժամանակակից աշխարհում», Երևան, 2015, էջ 383 - 388:
2. **Ալեքսանյան Տ.Վ.** Որոշ հազվագյուտ բուսատեսակների և էկոհամակարգերի խոցելիությունը կախված կլիմայի փոփոխության կանխատեսումներից // Հայաստանի կենսաբանական հանդես, հ. 4 (68), Երևան, 2016, էջ 51-56:
3. Խալաթյան Ե.Ա., Գևորգյան Ա.Մ., **Ալեքսանյան Տ.Վ.**, Փանյան Հ.Ա., Մելքոնյան Հ.Ա., Կլիմայի փոփոխության գնահատականները Ողջի և Մեղրի գետավազաններում // Միջ. գիտաժողովի նյութեր՝ «Ժամանակակից գիտական տեխնոլոգիաների և մեթոդների կիրառումը փորձագիտության ոլորտում», Երևան-Ծաղկաձոր, 2015, էջ 392-396:
4. Մելքոնյան Հ., Գևորգյան Ա., Իրիցյան Ա., Խալաթյան Ե., **Ալեքսանյան Տ.** Կլիմայի փոփոխության նորացված սցենարները Հայաստանի տարածքի համար // «Ջրաբանության, օդերևութաբանության և կլիմայագիտության արդի հիմնախնդիրները Հայաստանում» գիտական սեմինարի նյութեր, Երևան, 2014, էջ 12-16:
5. **Александр Т.В.**, Файвущ Г.М. Оценка воздействия прогнозируемого изменения климата на некоторые виды растений, произрастающих в редкой экосистеме Армении // Ботанический вестник Северного Кавказа, Махачкала, N3, 2016, с. 13-20.
6. Мелконян Г.А., Халатян Е.С., Геворгян А.М. **Александр Т.В.**, Панян А.С. Оценка изменения климата в Бассейнах рек Вохчи и Мегри // Труды гидрометеорологического научно-исследовательского центра Российской Федерации, вып. 358, Москва 2015, с. 78-87.
7. Файвущ Г.М., **Александр Т.В.** *Asphodeline taurica* (Pall.) Kunth (*Asphodelaceae*) в Армении // Географические исследования Краснодарского края. Сб. научных трудов, N9, 2015, с. 207-212.
8. Aleksanyan A., **Aleksanyan T.**, Fayvush G. Modeling of possible distribution of common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) under climate change in Armenia // Abstr. of Final Conference “Sustainable management of *Ambrosia artemisiifolia* in Europe”. Vianden, Luxembourg, 2016, p. 3.
9. Aleksanyan A., **Aleksanyan T.**, Fayvush G. Modeling of rare ecosystems under climate change: as a tool for biodiversity conservation // Biological Journal of Armenia, 2016, No 48, spec. issue, p. 13-17.
10. Gevorgyan A., Melkonyan H., **Aleksanyan T.**, Iritsyan A., Y. Khalatyan, An assessment of observed and projected temperature changes in Armenia // Arabian Journal of Geosciences, vol. 9 n. 27, 2015, p. 1-9.

## **АЛЕКСАНЯН ТАРОН ВАРТАНОВИЧ ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА НЕКОТОРЫЕ РЕДКИЕ ЭКОСИСТЕМЫ АРМЕНИИ РЕЗЮМЕ**

Сохранение богатейшего биоразнообразия Армении – актуальнейшая задача для нашей республики. В настоящее время изменение климата является одним из важнейших факторов, воздействующих на окружающую среду и ставящих перед человечеством серьезнейшие задачи по смягчению его последствий и приспособлению к меняющимся условиям жизни. При этом если оценке воздействия изменения климата на отдельные виды растений и животных в последние годы уделялось некоторое внимание, то его воздействие на природные экосистемы в

целом в Армении оставалось полностью вне поля зрения ученых. Кроме нескольких работ, посвященных прогнозам изменения отдельных типов растительности, это направление оставалось неисследованным.

С точки зрения сохранения уникального богатейшего биоразнообразия Армении наибольший интерес представляют редкие экосистемы, в составе которых представлены редкие и исчезающие виды растений. Для нашего исследования нами были выбраны две редчайшие в Армении экосистемы – «Реликтовая степь на Джаджурском перевале» и «Платановая роща». Обе эти экосистемы являются не только очень редкими в республике, в них представлены многочисленные виды растений, включенные в Красную книгу Армении, обе они являются Ключевыми ботаническими территориями и потенциальными территориями экологической сети «Эмеральд», а «Реликтовая степь» еще и Ключевой орнитологической территорией. При этом они очень различны по своей структуре, флористическому составу, расположению в республике, принадлежности к типам местообитаний. Так, «Реликтовая степь» располагается на севере Армении и относится к травянистым типам местообитаний, а «Платановая роща» расположена на юге республики и относится к местообитаниям с преобладанием древесных растений.

Основной целью работы явилась оценка прогнозируемого изменения климата как на экосистемы в целом, так и на отдельные редкие, включенные в Красную книгу виды растений, с учетом их адаптивных возможностей и рекомендацией необходимых мер для их адаптации. Для достижения указанной цели в полевых условиях было оценено состояние популяций редких видов. Для экосистем выявлены и уточнены био-климатические данные, для отдельных видов с использованием компьютерных моделей на основе многочисленных (климатических, орографических, эдафических, экологических) параметров были определены благоприятные условия и территории с их картированием, оценены угрозы их исчезновения в результате изменения климата, а также оценены возможные изменения в составе и структуре экосистем. Кроме того, предложены практические рекомендации по сохранению редких видов растений, находящихся под угрозой исчезновения, в условиях ex-situ и in-situ.

В работе были использованы 4 модели изменения климата (CCSM, GFDL-CM3, GISS E2-R и HadGEM2–AO) и 4 модели распространения видов (GBM, RF, MARS и Maxent).

В результате было установлено, что из 11 произрастающих в экосистеме «Реликтовая степь на Джаджурском перевале» редчайших видов 4 (*Allium rupestre* Steven, *Tragopogon armeniacus* Kuthath., *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin и *Asperula affinis* Boiss. et Huet), являются очень уязвимыми в связи с прогнозируемым изменением климата, а в экосистеме «Платановая роща» из 22 видов уязвимыми являются 8 (*Carex pendula* Huds., *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey., *Iris lineolata* (Trautv.) Grossh., *Lathyrus setifolius* L., *Platanus orientalis* L., *Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh., *Pyrus raddeana* Woronow, *Ranunculus cicutarius* Schlecht). Установлено, что для большинства видов «Реликтовой степи» в результате изменения климата условия произрастания в их современном ареале станут неблагоприятными, но при этом для некоторых из них благоприятные условия возникнут в других частях республики, а для части из них единственным способом их сохранения будет сохранение в условиях ex-situ.

В экосистеме «Платановая роща» наиболее уязвимыми являются мезофильные виды, приуроченные к прибрежной экосистеме, в то же время для более ксерофильных редких видов, произрастающих в более аридных растительных сообществах, прогнозируемые условия улучшатся и они даже смогут расширить свой ареал.

Необходимо иметь в виду также тот факт, что изменение климата безусловно приведет к изменению структуры экосистем и даст возможность проникновения в них инвазивных и экспансивных видов растений, что еще более может усугубить ситуацию, приведя к полному изменению исследованных редчайших экосистем Армении.

В работе в качестве практических рекомендаций предложены самые необходимые срочные меры по сохранению экосистем и произрастающих в них редких видов растений, начать осуществление которых необходимо в самое ближайшее время.

# TARON V. ALEKSANYAN

## CLIMATE CHANGE IMPACT ON SOME RARE ARMENIAN ECOSYSTEMS

### SUMMARY

Preserving the rich biodiversity of Armenia is an urgent issue for our republic. Nowadays, climate change is one of the most important factors affecting the environment and poses great challenges for mankind in mitigating its consequences and adaptation. It should be noted, that the impact of climate change on individual plant and animal species has been partly investigated, were in recent years, its impact on natural ecosystems as a whole has remained completely out of sight of scientists in Armenia. Although several works devoted to the forecasts of changes in some types of vegetation, this field remained uninvestigated.

From the point of view of preserving the biodiversity of Armenia, rare ecosystems are of greatest interest, in which rare and endangered plant species are represented. For this research, two rare ecosystems in Armenia we selected namely the Relict Steppe on the Jajur Pass in Shirak region and the Plane Grove in Syunik region. These both ecosystems are very rare in the republic, they contain numerous species of plants included in the Red Book of Armenia, both of them are the Important Plant Areas and potential territories for the ecological network "Emerald". The Relict Steppe on the Jajur Pass is also an important Ornithological Area. At the same time, they are very different in structure, floristic composition, location in the republic, belonging to the various types of habitats. So, "Relict Steppe on the Jajur Pass" is located in the north of Armenia and belongs to grassy types of habitats, and "Plane Grove" is located in the south of the republic and belongs to habitats with a predominance of woody plants.

The main goal of the work was to assess the impact of the predicted climate change on both the ecosystem as a whole and on some rare plant species included in the Red Book, evaluate and indicate possible necessary measures for their adaptation. To achieve this goal, populations of rare species were assessed in the field conditions, bio-climatic data were identified and refined for ecosystems. Furthermore, computer models based on various parameters (climatic, orographic, edaphic and ecological) were applied for identifying favorable conditions and territories for individual species.

Furthermore, computer models based on various parameters (climatic, orographic, edaphic and ecological) were for identifying favorable conditions and territories for individual species. Relevant maps have been constructed, of possibilities extinction of individual species as a result of climate change, as well as possible changes in the composition and structure of ecosystems. In the present work, four models of climate change (CCSM, GFDL-CM3, GISS E2-R and HadGEM2-AO) and four models of species distribution (GBM, RF, MARS and Maxent) were used.

As a result, it was shown that the four rarest species from 11 included in the "Relict Steppe on the Jajur Pass" (*Allium rupestre* Steven, *Tragopogon armeniacus* Kuthath., *Valeriana eriophylla* (Ledeb.) Utkin and *Asperula affinis* Boiss. et Huet), and eight species from 22 included in "Plane Grove" ecosystem (*Carex pendula* Huds., *Euonymus velutina* Fisch. et C.A.Mey., *Iris lineolata* (Trautv.) Grossh., *Lathyrus setifolius* L., *Platanus orientalis* L., *Pteridium tauricum* V. Krecz. ex Grossh., *Pyrus raddeana* Woronow, *Ranunculus cicutarius* Schlecht) are very vulnerable to climate change. It has been shown that for most part of species of the "Relict Steppe on the Jajur Pass", the growing conditions in their present area will become unfavorable, as a result of climate change, but for some of them favorable conditions will arise in other parts of the republic, thereby only way to preserve them will be preservation in ex-situ conditions.

In the "Plane Grove" ecosystem mesophilous species associated with wetlands are the most vulnerable, while for more xerophilous rare species that grow in more arid plant communities, the predicted growing conditions will be improved leading to expansion their area.

Should be noted that climate change will undoubtedly lead to a change in the structure of ecosystems and will allow invasive and expanding plant species to penetrate into them, which can further exacerbate the situation, leading to a complete change in the studied rare Armenian ecosystems.

As practical recommendations derived from this study, the most necessary urgent measures are proposed to conserve ecosystems and rare plant species that grow in them and the implementation of these measures is necessary to start in the very near future.

