



გამოყენებითი ბიომეცნიერებებისა და აბიოტექნოლოგიის საზაფხულო სკოლა  
11-15 ივლისი, 2015

## კვლევის დიზაინი და მეთოდოლოგია: იდეიდან შედეგამდე

ნინო არჩვაძე

ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

სამეცნიერო სფეროში მიღწეული წარმატებების საფუძველი სისტემატური სამეცნიერო კვლევაა. სამეცნიერო კვლევა გულისხმობს ლოგიკურ აზროვნებას, თეორიებისა და იდეების შეჯერებასა და ახალი მოსაზრებების ფორმულირებას.

კვლევა გამოიყენება მოვლენათა აღწერის, ახსნისა და პროგნოზირებისათვის და მოიცავს ძირითად კომპონენტებს - ჰიპოთეზათა შემოწმებას, დაკვირვებასა და გაზომვებს, მიღებული შედეგების შეფასებასა და ანალიზს და დასკვნების ფორმულირებას.

სამეცნიერო ცოდნის **შემეცნების წყაროებია:**

- **ინტუიციური ცოდნა** ეფუძნება არა რეალურ ფაქტებს, არამედ ნდობის ფაქტორს, ინტუიციას, ვარაუდს და ა.შ. ასეთი ცოდნა არაემპირიული და არალოგიკურია
- **ავტორიტეტული (ვისიმე ან რისამე ზეგავლენით) მიღებული ცოდნა** ეფუძნება რწმენას, ასევე წიგნებით, ადამიანებისაგან ინფორმაციის გაცვლის გზით მიღებულ ინფორმაციას და მისი სიღრმე დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენად მძლავრია ინფორმაციის წყარო.
- **რაციონალიზმი** ცოდნის **ლოგიკური** განსჯით მიღებას გულისხმობს. ასეთი ცოდნა ყალიბდება არსებული მოსაზრებების განსჯის, მათი საფუძვლიანი გაანალიზების შედეგად. დაუშვებელია ე.წ. მარტივი განსჯა, როდესაც თქვენ ეყრდნობით საყოველთაოდ ცნობილ ინფორმაციას, რომელსაც საწყისიდანვე თვლით გონივრულად. ამგვარი ცოდნა მართალია ლოგიკურია, მაგრამ არაემპირიული.
- **ემპირიული ცოდნა** ეფუძნება დაკვირვებებისა და ექსპერიმენტების შედეგად მიღებულ ობიექტურ შედეგებს. მეცნიერული კვლევისას ცოდნის მიღება ხდება ემპირიული დაკვირვებებისა და ლოგიკური განსჯის საფუძველზე. ის მეცნიერთათვის ცოდნის მიღების უალტერნატივო გზაა.

**სამეცნიერო კვლევა შემეცნების სხვადასხვა ფორმას იყენებს:**

- ინტუიციურს - კვლევის იდეის ფორმულირებისას
- ავტორიტეტულს - დარგობრივი ლიტერატურის განხილვისას
- ლოგიკურს - შედეგების დასკვნების სახით ფორმულირებისას
- ემპირიულს - მონაცემების მოპოვების პროცესში; ემპირიული ცოდნა სამეცნიერო კვლევების ქვაკუთხედი

სამეცნიერო კვლევა **მეთოდოლოგიებისა** და **მეთოდების** ერთობლიობაა, რომლებსაც სისტემატურად მიმართავენ მკვლევარები სამყაროს შესახებ მეცნიერული ცოდნის გასამდიდრებლად

ხშირად მეთოდები და მეთოდოლოგიები სინონიმებად მოიაზრება, თუმცაღა, როგორც აღვნიშნეთ, **მეთოდოლოგია** ფართო ცნებაა და თავად მოიცავს მეთოდებს.

**მეთოდები** - კონკრეტული პრობლემის კვლევისათვის შერჩეული გაზომვებისა და დაკვირვებების, მონაცემთა მოპოვების, ანალიზისა და ანგარიშგების სპეციფიკური მიდგომების ერთობლიობა

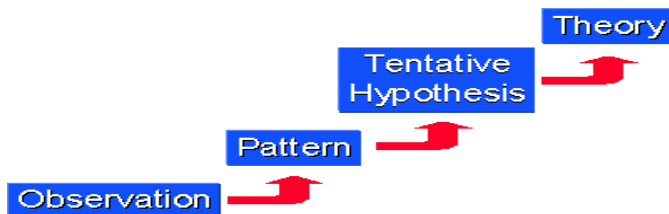
### სამეცნიერო კვლევა.

სამეცნიერო კვლევას აქვს ერთი შედეგი - რეალობის დადგენა. სამეცნიერო კვლევისას ხდება უცნობი მოვლენებისა და ფაქტების შესწავლა, იმ მთავარი შეკითხვის დასმა, რომელზედაც საბოლოო, შეჯერებული პასუხი არ არსებობს და დასმულ კითხვაზე პასუხის გაცემა შესაბამისი მონაცემების მოპოვების, ანალიზისა და ინტერპრეტაციის გზით.

სამეცნიერო კვლევა ეფუძნება ინდუქციურ და დედუქციურ მიდგომებს.

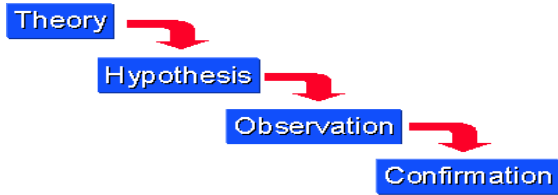
**ინდუქციური მიდგომა** წარმოადგენს გზას სპეციფიკური მაგალითებიდან ზოგად კანონზომიერებებამდე. ის იწყება ერთეული, კონკრეტული მოსაზრებით და სრულდება ზოგადი თეორიებით. ინდუქციურ მიდგომას მივყავართ ვარაუდის ფორმულირებისაკენ, რომელიც ჰიპოთეზის წყაროა.

დაკვირვება ვარაუდი ჰიპოთეზა თეორია

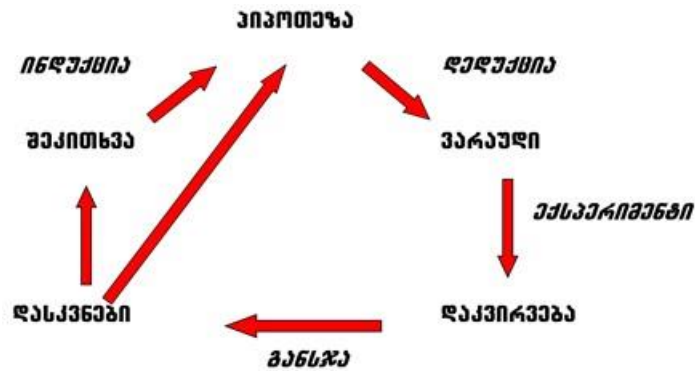


**დედუქციური მიდგომა** ჰიპოთეზიდან იწყება და მას მივყავართ ჰიპოთეზის შესამოწმებლად ჩასატარებელი ექსპერიმენტებისაკენ. დედუქციური მიდგომა იწყება პრობლემის ზოგადი ფორმულირებით, რომელიც შემდგომში ყალიბდება სპეციფიკური (“თუ-მამინ”) ფორმით (ჰიპოთეზის ფორმალიზება). დედუქციური მიდგომა არის გზა ზოგადი კანონზომიერებებიდან სპეციფიკურ მაგალითებამდე.

## თეორია ჰიპოთეზა ექსპერიმენტი დადასტურება



სამეცნიერო კვლევა ეფუძნება დედუქციური განსჯის გამოყენებას ჰიპოთეტურ მოსაზრებებში. შედეგები ან დაადასტურებენ ან უარყოფენ ვარაუდებს, რასაც მივყავართ ჰიპოთეზის დადასტურებისაკენ ან უარყოფისაკენ. თუკი ჰიპოთეზა ვერ გამყარდება ექსპერიმენტულად, აუცილებელია მისი გადასინჯვა და განმეორებითი ტესტირება



## სამეცნიერო კვლევების კლასიფიკაცია

სამეცნიერო კვლევების კლასიფიკაცია ეფუძნება კლასიფიკაციისას გამოყენებულ განსხვავებულ მიდგომებს.

1. **კვლევის მიზნებიდან** გამომდინარე განიხილება სამეცნიერო კვლევის შემდეგი კატეგორიები: **ფუნდამენტური და გამოყენებითი** კვლევები. თითოეული მათგანისათვის დამახასიათებელია განსხვავებული მიდგომა, რაც საბოლოო ჯამში მიღწეულ შედეგებში აისახება.
  - **ფუნდამენტური** კვლევა მოითხოვს საკითხის კონცეპტუალურ ხედვას, შესწავლასა და გააზრებას. მისი მთავარი მიზანი თეორიული ცოდნის გაღრმავებაა.
2. **გამოყენებითი კვლევა** წარმოადგენს კონკრეტული საქმიანობის ნაწილს და მის სტანდარტებს განსაზღვრავს კვლევის გამოყენებითი ხასიათი. გამოყენებითი კვლევის პრობლემები სპეციფიკურია და მისი მთავარი ამოსავალი შედეგების პრაქტიკული გამოყენებაა.

3. *სამეცნიერო კვლევის ხანგრძლივობიდან* გამომდინარე გამოყოფენ **გრძელვადიან**, (ისტორიული, პრობლემაზე ორიენტირებული, გენეტიკური), **ხანმოკლე** და **ექსპრესს** გამოკვლევებს.
4. ხანგრძლივობის მიხედვით არჩევენ **ხანგრძლივ**, **ხანმოკლე** და **ექსპრესს** გამოკვლევებს.
5. თანამედროვე სამეცნიერო კვლევებში შეინიშნება ტენდენცია **მულტი-** და **ინტერდისციპლინარობისკენ**, თუმცა ეს ორი ტერმინის ძალიან ახლოს არის ერთმანეთთან და არსობრივად ერთსა და იგივეს ნიშნავს - რამდენიმე დისციპლინის გამოყენებას ერთი საერთო პრობლემის გადასაწყვეტად. მცირედენი სხვაობის ნიუანსი მდგომარეობს იმაში, რომ მულტიდისციპლინარულობა გულისხმობს შორს მდგომი დარგების (მაგალითად, ბიოლოგია და ისტორია) კომბინაციას, მაშინ როდესაც ინტერდისციპლინარულობაში უფრო ახლო მდგომი დისციპლინების (მაგალითად, ბიოქიმია და გენეტიკა) შეთანწყობა იგულისხმება.

### **კვლევის რაოდენობრივი და თვისობრივი კატეგორიები**

არსებობს კვლევის ორი ძირითადი კატეგორია, რომელიც გამოიყენება სამეცნიერო სფეროში: **რაოდენობრივი და თვისობრივი**:

**რაოდენობრივი კვლევა** გულისხმობს სტრუქტურირებულ მიდგომას და კვლევებში მძლავრი სტატისტიკური ანალიზის გამოყენებას. რაოდენობრივი კვლევის ძირითადი ელემენტებია რაოდენობრივი და სისტემატური გაზომვები

**თვისობრივი კვლევა** არ ითვალისწინებს შედეგების რაოდენობრივ აღწერას სტატისტიკური დასკვნებისა და ანალიზის გამოყენებით. ის გულისხმობს აკადემიური თუ პროფესიული ლიტერატურის განხილვას (ხდება სხვა მკვლევართა მიერ ჩატარებული რაოდენობრივი და თვისობრივი კვლევების ანალიზი), და დაკვირვებებს გაზომვების (ინსტრუმენტების) გამოყენების გარეშე. თვისობრივი ანალიზის შედეგების გამეორება რთულია. ასეთი ანალიზი იძლევა პასუხს შეკითხვაზე რატომ? და როგორ?.

### **სამეცნიერო მეთოდი**

სამეცნიერო მეთოდი არის არა ერთი მეთოდი, არამედ სამეცნიერო კვლევების ერთიანი ხედვა. ის წარმოადგენს სამეცნიერო კვლევის ადექვატური შედეგების მისაღწევად საჭირო მეთოდებისა და პრინციპების ერთობლიობას. რადგანაც სამეცნიერო მეთოდი არ წარმოადგენს კონკრეტული კვლევისათვის სპეციფიკურ ფენომენს და განიხილება როგორც სამეცნიერო კვლევების ზოგადი მიდგომა, ის ფართოდ გამოიყენება სხვადასხვა დისციპლინებში. სამეცნიერო მეთოდს ემყარება სამეცნიერო კვლევისათვის საჭირო მონაცემების მოპოვების, შეფასებისა და წარმოდგენისათვის საჭირო მკაფიო და საყოველთაოდ აღიარებული რეკომენდაციები.

მკვლევრები ზოგადად თანხმდებიან, რომ სამეცნიერო მეთოდი მოიცავს შემდეგ ძირითად ელემენტებს: **ემპირიული მიდგომა, დაკვირვება, შეკითხვა, ჰიპოთეზა, ექსპერიმენტი, ანალიზი, დასკვნები და შედეგების გამეორება.**

**ემპირიული მიდგომა** - წარმოადგენს მოვლენებზე დამყარებულ მიდგომას, რომელიც ეფუძნება დაკვირვებასა და ექსპერიმენტირებას ცოდნის მიღების მიზნით (გამოკითხვა, ქცევის შეფასება, დაკვირვება /აღწერა, ექსპერიმენტი). სიტყვა „ემპირიული“ სიტყვასიტყვით ნიშნავს იმას, რაც აღიქმება გრძნობათა ორგანოების მიერ. ამიტომ ემპირიული მიდგომის ქვემოთ იგულისხმება ყველა ის მეთოდი ან მეთოდოლოგია, რომელიც გრძნობათა (სენსორულ) გამოცდილებასთანაა დაკავშირებული.

**დაკვირვება** - ნებისმიერი სამეცნიერო კვლევის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი მნიშვნელოვანი კომპონენტი. დაკვირვება ეს არის ობიექტების და/ან მოვლენების აღქმის მიზანმიმართული პროცესი, რომლის შედეგები აღწერით ფიქსირდება.

ინტერესის სფეროში მოქცეული პრობლემის განზოგადებული ფორმულირება ასახავს სამეცნიერო **კვლევის მიზანს**. სამეცნიერო კვლევათა უმეტესობა მიმდინარეობს ინტერესის განსაზღვრულ სფეროში. სწორედ ეს სფერო აყალიბებს კვლევის მიზანს. მაგ.: *Calluna vulgaris* მიერ ნიადაგიდან მძიმე მეტალების შთანთქმის უნარის შესწავლა მიზანია.

სამეცნიერო მეთოდი გულისხმობს, რომ დაკვირვების შედეგად წარმოქმნილი იდეები უნდა ფორმულირებული იქნას **პრობლემის** სახით. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, კვლევის მიზანზე დაყრდნობით უნდა დაისვას კითხვა, რომელზედაც შესაძლებელია პასუხის გაცემა.

გაითვალისწინეთ, რომ დასმული შეკითხვა აუცილებლად ჩაერთვება თქვენს მიერ წამოყენებულ ჰიპოთეზაში. მნიშვნელოვანია, რომ დასკვნების გაკეთებისას აუცილებლად უნდა გაეცეს პასუხი დასმულ შეკითხვას. და ბოლოს, თქვენი კვლევის წარმატებულობა მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული იმაზე, თუ რამდენად კარგად გასცემთ პასუხს თქვენს მიერვე დასმულ შეკითხვას

სამეცნიერო მოსაზრების/პრობლემის შერჩევა ეფუძნება:

- მკვლევარის სამეცნიერო გამოცდილებას;
- პირად ინტერესს
- ცნობისმოყვარეობას;
- დარგში არსებულ ცოდნას;
- გადასაჭრელ პრობლემას;
- საზოგადოების პრიორიტეტებს;
- გარემოში მომხდარ მოვლენებს

სამეცნიერო პრობლემა არ უნდა იყოს ძალიან ფართო და ზოგადი. კვლევის პროცესში ის კიდევ უფრო დაკონკრეტდება, რადგანაც მოხდება პრობლემის ფოკუსირება კონკრეტულ საკითხთან მიმართებით, საკითხის გარშემო არსებული ლიტერატურის, მიღწეული შედეგებისა და პერსპექტივების გათვალისწინებით.

სამეცნიერო პრობლემის ფორმულირების პროცესში აუცილებელია პრობლემის ირგვლივ არსებული ლიტერატურის გაცნობა, საკითხის განხილვა კოლეგებთან, აგრეთვე პრობლემის სპეციფიკური კონტექსტისა და კვლევის მიზნებისა და სასურველი შედეგების განსაზღვრა;

სამეცნიერო პრობლემის ფორმულირებისას ათვლის წერტილი უნდა იყოს პრობლემის აქცენტების იდენტიფიცირება, პრობლემის კომპონენტების შერჩევა (კრიტერიუმები: შესწავლილობა, მნიშვნელობის დონე, კომპონენტების ურთიერთკავშირი, ეთიკურობა, ცოდნის ხარისხი, რესურსები, წინასწარი კვლევების აუცილებლობა)

**ჰიპოთეზა** სამეცნიერო მეთოდის მომდევნო საფეხურია. ჰიპოთეზა ვარაუდია დასმულ სამეცნიერო კითხვაზე, მოვლენის ან პროცესის დაუმტკიცებელი ახსნა, მეცნიერის ვარაუდი ან მიხვედრა. ჰიპოთეზა შეიძლება ასახავდეს ორი მოვლენის ან ობიექტის მარტივ ურთიერთობას. სხვა შემთხვევებში ის მიზეზ-შედეგობრივ ურთიერთკავშირს ასახავს. შესაბამისად, ჰიპოთეზა მეცნიერის მცდელობაა ახსნას მისთვის საინტერესო მოვლენა. თუ ჰიპოთეზა მტკიცდება, ის დადგენილ ფაქტად იქცევა, თუკი მას უარყოფენ, მაშინ ის ცრუ მტკიცებულების სახეს იღებს. თუ ჰიპოთეზა ვერც მტკიცდება და ვერც მისი უარყოფაა შესაძლებელი, ის ღია პრობლემად რჩება. ჰიპოთეზის ფორმულირება არ ნიშნავს, რომ ის აუცილებლად დადასტურდება ან უარყოფილი იქნება. თუკი ჰიპოთეზა სწორედ არ ჩამოყალიბდა, შესაძლოა ის საერთოდ ვერ იქცეს რეალურ ჰიპოთეზად.

ასეთი შეცდომების თავიდან აცილების ერთ-ერთი გზაა ჰიპოთეზის ფორმის ფორმალიზება. ყველაზე მარტივ შემთხვევაში ჰიპოთეზის ფორმალიზებისათვის გამოიყენება „თუ..., მაშინ...“ დებულება. მაგალითად, მკვლევარმა შეიძლება ივარაუდოს, რომ „თუ ადამიანი ივარჯიშებს კვირაში სამჯერ დღეში 30 წუთის განმავლობაში, მაშინ ქოლესტერინის დონე მის ორგანიზმში შემცირდება“. ამ ჰიპოთეზაში მოყვანილია პროგნოზი ქოლესტერინის დონის შემცირებასთან დაკავშირებით, რაც შეიძლება გაზომილ და შესწავლილ იქნას მონაცემების დაგროვების და ანალიზის გზით.

ჩვეულებრივ, სამეცნიერო ჰიპოთეზა ლებულოებს სამ ფორმას:

**შეკითხვის ფორმა** - ახდენს თუ არა გავლენას ტემპერატურა ფერმენტაციის პროცესზე?

**დაშვების ფორმა** - ტემპერატურამ შესაძლოა გავლენა მოახდინოს ფერმენტაციის პროცესზე

**“თუ-მაშინ” ფორმა** - თუ ფერმენტაციის პროცესი დაკავშირებულია ტემპერატურასთან, მაშინ ტემპერატურის მატება გამოიწვევს აირის გამოყოფის ზრდას

სამეცნიერო ჰიპოთეზის შეფასების კრიტერიუმებს წარმოადგენს : 1.ჰიპოთეზის ზოგადი ხასიათი; 2. ჰიპოთეზის აკურატულობა; 3. ჰიპოთეზის სიზუსტე და 4. ჰიპოთეზის სიმარტივე

**არსებობს ორი ტიპის - ნულოვანი ჰიპოთეზა და ალტერნატიული (ექსპერიმენტული) ჰიპოთეზა.**

**ნულოვანი ჰიპოთეზა** ყოველთვის უშვებს, რომ შესასწავლ ჯგუფებს შორის სხვაობა არ არის. ნულოვანი ჰიპოთეზა მიღებულია სარწმუნოდ სტატისტიკური ანალიზით მის დადასტურებამდე და წარმოადგენს ვარაუდს, რომ ექსპერიმენტში დამოუკიდებელი ცვლადი გავლენას არ ახდენს დამოკიდებულ ცვლადზე. მაგალითად, ახალი საწამლე საშუალებების კლინიკური ტესტირებისას ნულოვანი ჰიპოთეზაა - ახალი წამალი არ არის უკეთესი არსებულ საწამლე საშუალებაზე ანდა, ნავარჯიშებ და არანავარჯიშებ ჯგუფებს შორის განსხვავება ქოლესტერინის დონეში არ იქნება.

ნულოვან ჰიპოთეზასთან დაკავშირებით მნიშვნელოვანია ავღნიშნოთ, რომ ის შეიძლება იქნას უარყოფილი, ან არ იქნას უარყოფილი, თუმცა შეუძლებელია, ის მიღებული იქნას. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, თუ ჩვენ ვუარყოფთ ნულოვან ჰიპოთეზას, ეს იმას ნიშნავს, რომ საკონტროლო და ექსპერიმენტულ მონაცემებს შორის არის სარწმუნო სხვაობა და, პირიქით, თუ ის არ არის უარყოფილი, ეს ნიშნავს, რომ ჩვენ ვერ შევძელით განსხვავებების დადგენა საკონტროლო და ექსპერიმენტულ ჯგუფებს შორის.

**ალტერნატიული ჰიპოთეზა** გულისხმობს, რომ დამოუკიდებელი ცვლადი გავლენას ახდენს მასზე დამოკიდებულ ცვლადზე და წინასწარმეტყველებს ჯგუფებს შორის განსხვავებას, მაგალითად, ახალი წამალი არსებულ საწამლე საშუალებაზე ეფექტურია. ალტერნატიული ჰიპოთეზა უშვებს, რომ მონაცემთა ვარიაბელურობა თქვენს მიერ ექსპერიმენტული გზით შესწავლილი ამა თუ იმ ფაქტორის ზემოქმედების შედეგია.

სამეცნიერო ჰიპოთეზა შეიძლება დადასტურდეს ან არ დადასტურდეს. ის არ შეიძლება დამტკიცდეს. საფუძვლიანად შემოწმებული ჰიპოთეზა შეიძლება განხილულ იქნას როგორც ფაქტი და არა როგორც ჭეშმარიტება. ჰიპოთეზათა ტესტირების პრინციპებს ქვემოთ გავცნობით.

**ექსპერიმენტი** - მოჰყვება ჰიპოთეზის ფორმულირებას. ჰიპოთეზის წამოყენების შემდეგ მკვლევარი ამოწმებს მას ექსპერიმენტის მეშვეობით. ექსპერიმენტის აუცილებელი პირობაა მისი სიზუსტე და აკურატულობა. ის ასევე წამოყენებული პრობლემის ადეკვატური უნდა იყოს. განხილულ მაგალითში მკვლევარი შესაბამისი აპარატურის გამოყენებით დააგროვებს მონაცემებს ქოლესტერინის დონის შესახებ ექსპერიმენტულ და საკონტროლო ჯგუფში და შეადარებს მიღებულ შედეგებს.

ექსპერიმენტის სარწმუნოების ერთერთი მთავარი მოთხოვნა მისი გამეორების შესაძლებლობაა.

მკვლევართა მიზნები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისაგან და ინტერესის სფეროში მოქცეული ყველა საკითხის მოსაცავად ხშირად საჭიროა სხვადასხვა ტიპის ექსპერიმენტების ჩატარება. შესაბამისად, თითოეული ექსპერიმენტი ან ექსპერიმენტთა ერთობლიობა აღიწერება შესაბამისი **ამოცანებით**.

პრობლემისა და სამეცნიერო კვლევის მიზნის იდენტიფიცირების შემდეგ კვლევის კონკრეტული ამოცანის დასმა უმთავრესი და უმნიშვნელოვანესი საკითხია, რადგანაც ის კვლევის წარმართველი კომპონენტია.

ამოცანები აღწერს საკითხის შესასწავლად ჩასატარებელი ექსპერიმენტის/ექსპერიმენტების ცალკეულ საფეხურებს. მათი გაცნობისას მკითხველს სრული წარმოდგენა ექმნება ექსპერიმენტზე და მის შესაბამისობაზე დასახულ მიზნებთან.

თუკი კვლევის მიზნის მისაღწევად საჭიროა მხოლოდ ერთი ტიპის ექსპერიმენტის ჩატარება, მიზანი და ამოცანა ერთმანეთის იდენტური ხდება, რაც ხშირ შემთხვევაში ამოცანისა და მიზნის რაობის არასწორი გააზრების მიზეზი ხდება.

**ანალიზი** - მონაცემთა შეგროვების შემდგომ საფეხურს წარმოადგენს მათი ანალიზი, რომელიც გულისხმობს სტატისტიკური მიდგომების გამოყენებას. მთავარი კითხვა, რომელსაც უნდა უპასუხოთ მკვლევარმა სტატისტიკური ანალიზის გამოყენების მეშვეობით, ასეთია - შეიძლება თუ არა ვუარყოთ ნულოვანი ჰიპოთეზა, ანუ არის თუ არა სარწმუნო განსხვავება ექსპერიმენტულ და საკონტროლო ჯგუფებს შორის.

**დასკვნა** - მონაცემების ანალიზის და ნულოვანი ჰიპოთეზის გამორიცხვის შემდეგ მკვლევარი მზადაა დასკვნების გამოსატანად. ასე მაგალითად, თუ მოხდა ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფა, მკვლევარი დაასკვნის, რომ შესწავლილ მოვლენას ან პროცესს სტატისტიკურად სარწმუნო ეფექტი აქვს საკვლევ სისტემაზე. გასათვალისწინებელია, რომ გამოტანილი დასკვნები სრულად უნდა ეყრდნობოდეს მიღებულ მონაცემებს. მკვლევარები უნდა

მოერიდონ ისეთი დასკვნების გაკეთებას, რომლებიც მათ შედეგებს სცილდება. ასე მაგალითად, თუ შედარებითი ანალიზის დროს გამოვლინდა კორელაცია ორ მოვლენას შორის, მკვლევარმა არ უნდა დაასკვნას, რომ ერთი მოვლენა მეორით არის განპირობებული.

### **გამეორება, რეპლიკაცია**

სამეცნიერო მეთოდის უმთავრესი ელემენტია რეპლიკაცია, განმეორება, რაც გულისხმობს იგივე ტიპის ექსპერიმენტის ჩატარებას იმავე მეთოდებით სხვა საექსპერიმენტო ჯგუფზე. შესაძლებელია ექსპერიმენტის განმეორება იმავე ან სხვა სამეცნიერო ჯგუფის მიერ. ასეთი მიდგომა ძალზე მნიშვნელოვანია რადგანაც ემსახურება სამეცნიერო მეთოდის ერთ-ერთ საკვანძო პრინციპს - სამეცნიერო დასკვნები არ შეიძლება დაეფუძნოს ერთეული მეცნიერების მიერ მიღებულ შედეგებს, განმეორებისას მცირდება შემთხვევითი შედეგების მიღების ალბათობა და იზრდება სარწმუნოობის ხარისხი, რაც საბოლოო ჯამში ამცირებს მცდარი დასკვნების ფორმულირების ალბათობას. რეპლიკაციისას შედეგების განმეორება იძლევა პასუხს კითხვაზე, თუ რამდენად არის შესაძლებელი კვლევის შედეგების განზოგადოება.

### **შესაბამისად:**

- სამეცნიერო კვლევას ესაჭიროება პრობლემიდან გამომდინარე, ნათლად ჩამოყალიბებული **მიზანი**
- სამეცნიერო კვლევა გულისხმობს შესაბამისი **მეთოდებისა და პროცედურების** მკაფიოდ გაწერილ სქემას (**ამოცანებს**).
- **ამოცანა** აღწერს კვლევასთან დაკავშირებულ **სპეციფიკურ მეთოდებს - ელემენტებს, პროცედურებს**, რომლებიც მონაცემთა მოპოვებისათვის არის აუცილებელი. შესაძლებელია მიზნის მისაღწევი რამოდენიმე ამოცანის გაერთიანება.

### **ამრიგად, სამეცნიერო კვლევა წარმოადგენს ორგანიზებულ და მეთოდურ გზას დასმულ კითხვებზე პასუხების მისაღებად:**

- **სამეცნიერო კვლევა მეთოდურია**, რადგანაც არსებობს განსაზღვრული პროცედურებისა და ეტაპების ერთობლიობა, რომელსაც აუცილებლად უნდა მისდიოთ; სამეცნიერო კვლევების პროცესში არსებობს გზები, რომლებიც აუცილებელია აკურატული და ზუსტი შედეგების მისაღებად.
- **სამეცნიერო კვლევა ორგანიზებულია**, რადგანაც სამეცნიერო კვლევის წარმართვისათვის არსებობს სტრუქტურული სქემები და მეთოდები. კვლევა არა სპონტანური, არამედ დაგეგმილი პროცესია და მიმართულია კონკრეტული, სპეციფიკური მიზნების მიღწევისაკენ.
- **შეკითხის დასმა სამეცნიერო კვლევის მთავარი კონცეფციაა**. თუკი არ არსებობს კითხვა, სამეცნიერო კვლევას არ აქვს მიზანი - მისი მთავარი მამოძრავებელი ძალა. სამეცნიერო კვლევა ყოველთვის კონცენტრირდება ადექვატურ, საჭირო და მნიშვნელოვან შეკითხვებზე.

- **შეკითხვაზე პასუხის გაცემა** ყველა სახის სამეცნიერო კვლევის საბოლოო ეტაპია. იმის მიუხედავად, არსებობს თუ არ წამოყენებული ჰიპოთეზის დამადასტურებელი შედეგები ანდა პასუხი თუნდაც მარტივ შეკითხვაზე, ნებისმიერი პასუხის მიღება ყოველთვის წარმატებას ნიშნავს. ხანდახან პასუხი უარყოფითია, თუმცა ის მაინც პასუხია!
- სამეცნიერო კვლევა გულისხმობს **კრიტიკულ მიდგომას**

## შეჯამება:

სამეცნიერო კვლევა ციკლური პროცესია და მოიცავს შემდეგ ძირითად ეტაპებს:

1. კვლევის პრობლემის შერჩევა, პრობლემის გარშემო არსებული კვლევებისა და თეორიების ანალიზი, პრობლემის დაყენება
2. პრობლემის მკაფიო, სამეცნიერო კითხვის სახით დასმა
3. სამეცნიერო ჰიპოთეზის ფორმულირება (ჰიპოთეზის ფორმალიზება)
4. კვლევის დაგეგმვა, კვლევის სქემის შემუშავება, მიზნების, კონკრეტული ამოცანებისა და მეთოდების განსაზღვრა
5. სამეცნიერო კვლევის მონაცემების მოპოვება და ორგანიზება
6. შედეგების ანალიზი და ინტერპრეტაცია, რასაც მოჰყვება ჰიპოთეზის დადასტურება/უარყოფა ან დასმულ შეკითხვაზე პასუხის გაცემა
7. შედეგების წარმოდგენა შესაბამისი ფორმით
8. შესაძლოა მიღებულმა შედეგებმა ახალი საკვლევო პრობლემები წამოჭრას, რაც ციკლის განმეორებას გამოიწვევს

## მონაცემები და დაკვირვება

მონაცემთა მოპოვება სამეცნიერო კვლევის მეტად მნიშვნელოვანი ეტაპია, ხოლო მონაცემთა ანალიზისათვის სტატისტიკური მიდგომების გამოყენება მიღებული ექსპერიმენტული შედეგების სწორი ინტერპრეტაციისა და არგუმენტირებული დასკვნების გამოტანის წინაპირობაა.

ექსპერიმენტული კვლევისას ხდება **მონაცემების** მოპოვება, რომელიც წარმოადგენს გაზომვის შედეგებს ან დაკვირვებათა რაოდენობას.

ერთეული სუბიექტი ან შერჩევა, საიდანაც ხდება მონაცემების მოპოვება, წარმოადგენს **ელემენტს**.

**დაკვირვება** არის ერთი ელემენტიდან მიღებული ერთეული გაზომვის შედეგი. სამეცნიერო კვლევებში **ნიშან-თვისება** ელემენტის მახასიათებელია. ცნობილია, რომ ადამიანები ერთმანეთისაგან განსხვავდებიან სხვადასხვა ნიშნებით: სქესით, ასაკით, სიმაღლით, თმისა და თვალის ფერით, სიცოცხლის ხანგრძლივობით და ა.შ. ნიშან-თვისების ცნება მჭიდროდ უკავშირდება **ცვლადის** ფენომენს - **ცვლადი** წარმოადგენს ნიშან-თვისების ლოგიკურ ერთობლიობას. მაგალითად, ცვლადი **სქესის** ატრიბუტებია მდედრი და მამრი, ხოლო

ცვლადი ასაკი რიცხვითი მახასიათებელია: 1,2,3...99. თავად ტერმინიდან გამომდინარე, ცხადია, რომ ცვლადი იღებს სხვადასხვა მნიშვნელობებს. მცენარის ბიომასა განსხვავებულია თითოეული მცენარისათვის, სისხლის წნევა ვარიაბელურია ცალკეული ინდივიდის შემთხვევაში. ცვლადის დასაშვებ მნიშვნელობათა საზღვრებს ნიშან-თვისებების ხასიათი განსაზღვრავს.

## მონაცემთა ტიპები

არსებობს ცვლადების კლასიფიკაციის 2 განსხვავებული, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი სისტემა.

### ცვლადების კლასიფიკაცია როლის მიხედვით

1. დამოუკიდებელი ცვლადი (ფაქტორი)
2. დამოკიდებული ცვლადი

კლასიფიკაციის ეს ფორმა ეფუძნება ცვლადის როლს ექსპერიმენტსა და კვლევისას მიღებული შედეგების ანალიზში. რადგანაც სამეცნიერო კვლევის მიზანია განსაზღვრული ზემოქმედების ეფექტის შეფასება მიმდინარე გაზომვებზე, გაზომვის შედეგები წარმოადგენს გამოსავალ ცვლადს და მისი სინონიმია **დამოკიდებული ცვლადი**. განმსაზღვრელ ცვლადებში ერთიანდება ცვლადები, რომელთა მიზანმიმართული მანიპულირებაც მიმდინარეობს ექსპერიმენტის მსვლელობისას და ცვლადები, რომლებზეც არ ხორციელდება მიზანმიმართული მანიპულაცია, მაგრამ შესაძლოა ისინი გავლენას ახდენდნენ საბოლოო შედეგზე. განმსაზღვრელი ცვლადების სინონიმებია **დამოუკიდებელი ცვლადი**, **მაბლოკირებელი ფაქტორი**, **პროგნოზირებადი ცვლადი**. დამოუკიდებელი ცვლადი დამოკიდებული ცვლადის ეფექტის გაზომვის შედეგია.

სამეცნიერო კვლევებში მკვლევარის მიზანს დამოუკიდებელი ცვლადის ეფექტების შეფასება წარმოადგენს. მარტივ შემთხვევებში დამოუკიდებელ ცვლადს ორი დონე აქვს: არსებობა ან არარსებობა. ჯგუფს, რომელშიც დამოუკიდებელი ცვლადი ფიგურირებს, **ექსპერიმენტულ ჯგუფს** უწოდებენ, ხოლო იმ ჯგუფს, სადაც დამოუკიდებელი ცვლადი არ მონაწილეობს, **საკონტროლო ჯგუფს**. თუმცა დასაშვებია დამოუკიდებელი ცვლადებისათვის ორზე მეტი დონის არსებობა. მედიკამენტების ზემოქმედების შესწავლისას შესაძლებელია არსებობდეს როგორც საკონტროლო ჯგუფი (საწამლე საშუალების მოქმედების გარეშე), ისე 2 ექსპერიმენტული ჯგუფი - შესასწავლი პრეპარატის განსხვავებული დოზების ტესტირებისათვის. დამოუკიდებელი ცვლადის დონეების რაოდენობის შესახებ გადაწყვეტილებას იღებს მკვლევარი, სხვადასხვა ფაქტორების (ცდის სუბიექტების რაოდენობა, შესაძლო შედეგების ხასიათი, ეკონომიურობა) დეტალური ანალიზის საფუძველზე. ასევე შესაძლებელია ექსპერიმენტში რამდენიმე, მრავალდონიანი დამოუკიდებელი ცვლადის მონაწილეობაც.

### ცვლადების სტატისტიკური კლასიფიკაცია

ცვლადების დაყოფისას დამოუკიდებელ და დამოკიდებულ ცვლადებად აუცილებელია დამოკიდებული ცვლადის გაზომვის სკალის გათვალისწინება. **არსებობს გაზომვის 4 დონე ანუ სკალა და თითოეული მათგანი ეფუძნება მონაცემთა თვისებებს. ესენია: ნომინალური, ორდინარული, ინტერვალური და ფარდობითი.**

**ნომინალურ სკალაზე ხდება** ობიექტების მიკუთვნება ამა თუ იმ კატეგორიისადმი (კატეგორიზაცია). კატეგორიას არა გააჩნიათ რიცხვითი მნიშვნელობა. ამგვარად გაზომილ ცვლადებს **კატეგორიულს** უწოდებენ - ისინი ახდენენ დამოუკიდებელი ან დამოკიდებული ცვლადების მნიშვნელობების დაყოფას არარაოდენობრივ კატეგორიებად. კატეგორიული ცვლადების მნიშვნელობებს ხშირად დონეებს უწოდებენ. თუკი დონეს შეესაბამება პირობითი სახელი, ცვლადი ნომინალურია. ნომინალური ცვლადების მნიშვნელობები არ წარმოადგენს რიცხვებს, ისინი სიტყვებია: მაგ., სქესი (მდედრობითი/ მამრობითი), გენოტიპი (AA, Aa, aa), სისხლის ჯგუფები, ჯანმრთელობის მდგომარეობა (ავადმყოფი/ჯანმრთელი), მკურნალობის სტატუსი (ნამკურნალები/არანამკურნალები), მცენარეთა სახეობები და ა.შ. ნომინალური ცვლადები ხშირად გამოიყენება კლასიფიკაციისათვის, სხვადასხვა ჯგუფების შედარების მიზნით. ნომინალურ ცვლადებზე მათემატიკური ოპერაციები დაუშვებელია.

თუკი სახეზეა მინიმუმ სამი დონე და ლოგიკურად არის შესაძლებელი მათი თანმიმდევრული განლაგება, საქმე ეხება გაზომვას **ორდინარულ სკალაზე**. ორდინარული სკალით შეფასებული მნიშვნელობები განთავსებულია რანგული წესით, მცირედან დიდისაკენ, იმის მიუხედავად, ცნობილია თუ არა მათი ზუსტი მნიშვნელობა, ამიტომაც ასეთ ცვლადებს **რანგულს** უწოდებენ. ისინი ასევე წარმოადგენენ კატეგორიულ ცვლადებს. მაგალითად, სტუდენტის მიერ მიღებული შეფასება (ფრიადი/ კარგი/ დამაკმაყოფილებელი). პოლიტიკური მრწამსი (ლიბერალური, კონსერვატორული, ცენტრისტული), ქავილი მალამოს ზემოქმედების შემდეგ (სუსტი, საშუალო, ძლიერი) პასუხი დასმულ შეკითხვაზე (თანხმობა, უარყოფა, თავის შეკავება)

ბიოლოგიაში ორდინარული ცვლადები ნაკლებად გამოიყენება მარტივი მიზეზის გამო - მათი ანალიზისათვის განკუთვნილი სტატისტიკური ტესტები (ე.წ. არაპარამეტრული ტესტები) არ იძლევა ამომწურავ ინფორმაციას მონაცემთა კანონზომიერებების შესახებ. თუმცა, ასეთი ტიპის ცვლადები ფართოდ გამოიყენება მედიცინაში. პაციენტების მკურნალობის სურათის შეფასებისათვის ხშირად გამოიყენება: პაციენტების რანჟირება მკურნალობის ეფექტურობის კუთხით - გაუმჯობესება/მცირე გაუმჯობესება/ეფექტის არარსებობა/გაუარესება/გარდაცვალება; მკურნალობის ინტენსივობა - დაბალი/საშუალო, მაღალი; ხანდახან ორდინარული ცვლადების შეფასებისათვის გამოიყენება რიცხვებიც, მაგ., სიმსივნის სტადიების შემთხვევაში (I, II, III და IV); პაციენტების ასაკობრივი ჯგუფები ( $< 40$ ,  $< 50$ ,  $< 60$ ,  $\geq 60$ ), თუმცა რიცხვების გამოყენებამ არ უნდა შეგვიყვანოს შეცდომაში - ცვლადები ყველა შემთხვევაში ორდინარულია და კატეგორიების რიცხვით მნიშვნელობებს შორის რაოდენობრივი განსხვავების ინტერპრეტაცია დაუშვებელია.

**ინტერვალური სკალით** ცვლადების გაზომვის შემთხვევაში, რანგული ცვლადებისაგან განსხვავებით, შესაძლებელია კატეგორიებს შორის არსებული რიცხობრივი სხვაობის ინტერპრეტაცია, რადგანაც გაზომვებისას გამოიყენება მეტრული ან ინტერვალური სკალები თანაბარი დისტანციით მომიჯნავე მნიშვნელობებს შორის (ტემპერატურა ცელსიუსებში ან ფარენგეიტებში). მაგალითია  $100^{\circ}\text{C}$  და  $90^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურასა და  $90^{\circ}\text{C}$  და  $80^{\circ}\text{C}$  ტემპერატურას შორის, აგრეთვე 50 და 51 და 65 და 66 წელს შორის არსებული დისტანციის იდენტურობა.

**ფარდობითი სკალაზე** გაზომილ ცვლადებს ხშირად განიხილავენ ინტერვალურ ცვლადებთან ერთად. ინტერვალური ცვლადებისაგან განსხვავებით ფარდობით ცვლადებს აქვთ რეალური ნულოვანი მნიშვნელობა. ფარდობითი ცვლადებია წონა, დრო, სიმაღლე, ფერმენტების

აქტივობა. ცვლადების გაზომვის ფარდობითი სკალა ხშირად გამოიყენება ბიოლოგიაში, მაგ., გულისცემის სიხშირე წუთში, ლეიკოციტების რაოდენობა სისხლის 1 მილილიტრში.

### გაზომვების სტრატეგია

გაზომვა ხშირად მოიაზრება, როგორც სამეცნიერო კვლევის საფუძველია, ხოლო გაზომვი სტრატეგია და მეთოდები წარმოადგენს კვლევის მეთოდოლოგიის უმნიშველოვანეს კომპონენტს.

მონაცემთა შეგროვების მნიშვნელოვან საფეხურს წარმოადგენს მათი ანალიზი, რომელიც გულისხმობს სტატისტიკური მიდგომების გამოყენებას.

სტატისტიკური მიდგომების გამოყენება აუცილებელია 2 მიზეზით:

1. სამეცნიერო წრეებში რიცხვებით კომუნიკაცია თავდაჯერებულობის საწინდარია
2. რაც ყველაზე მნიშვნელოვანია, სტატისტიკა გვეხმარება კვლევის ხარისხის დადასტურებაში

**სტატისტიკური მეთოდების გამოყენებით მონაცემთა აღწერისა და სისტემატიზაციის საფუძველზე ხდება ადეკვატური დასკვნების ფორმულირება.** სტატისტიკური მეთოდების არჩევა დამოკიდებულია კვლევის დაგეგმვაზე, მონაცემების ტიპზე და დასმულ ამოცანაზე.

არსებობს ორი სახის სტატისტიკა - **აღწერილობითი სტატისტიკა** და **დასკვნითი სტატისტიკა**.

**აღწერილობითი სტატისტიკა** სწავლობს მონაცემთა განაწილების ტენდენციებსა (ჯამი, საშუალო, პროცენტულობა, სიხშირე, რანგი, მედიანა, მოდა) და ცვალებადობის (დისპერსია, სტანდარტული გადახრა) საზომებს. **აღწერილობითი სტატისტიკის** გამოყენებით ხდება მონაცემთა სივრცეში კანონზომიერებების აღწერა, რასაც სტატისტიკური ტესტის სწორად შერჩევისაკენ მივყავართ. **დასკვნითი სტატისტიკა** ავლენს რეალურ სხვაობებს შემთხვევით ვარიაციათა რიგში და ჰიპოთეზათა ტესტირების მძლავრი იარაღია. მისი გამოყენებით, შერჩევათა ანალიზისა და დასკვნების განზოგადების საფუძველზე, შესაძლებელია შესასწავლილი პოპულაციის შესახებ დასკვნების გაკეთება - შერჩევის შედეგების განვრცობა პოპულაციაზე. დასკვნითი სტატისტიკის ელემენტები (ნდობის ინტერვალის განაზღვრა, ჰიპოთეზათა ტესტირება) სტატისტიკის უმნიშვნელოვანესი კონცეფციებია.

### პოპულაცია და შერჩევა

ტერმინს პოპულაცია მრავალი მნიშვნელობა შეიძლება გააჩნდეს. ის ფართოდ გამოიყენება ეკოლოგიაში და ასახავს ინდივიდთა რაოდენობას განსაზღვრულ არეალზე. გენეტიკაში პოპულაცია თავისუფლად შეჯვარებად ინდივიდთა ერთობლიობაა.

სტატისტიკაში ტერმინი **პოპულაცია** განსხვავებული დატვირთვისაა და წარმოადგენს კვლევის სუბიექტების ყველა ელემენტის ერთობლიობას. სტატისტიკური პოპულაცია ასახავს საკვლევ მიზანს. სტატისტიკური პოპულაციის იდენტიფიცირებას უაღრესად დიდი მნიშვნელობა აქვს სამეცნიერო კვლევებისათვის. ჰიპოთეზათა ტესტირება პოპულაციის მასშტაბით ხდება. რიგი მიზეზების გამო ხშირად პრაქტიკულად შეუძლებელია სტატისტიკური პოპულაციის შესწავლა და კვლევები ტარდება პოპულაციის გარკვეულ

ჯგუფზე, რომელსაც *შერჩევა ეწოდება*. მაგალითისათვის, კლინიკური კვლევების სუბიექტებს წარმოადგენენ სამიზნე ჰოსპიტალში მყოფი პაციენტები. ცხადია, საკვლევ ჯგუფში ვერ მოხვდებიან ის სუბიექტები, რომლებსაც დაავადების მსუბუქი ფორმა აქვთ და კლინიკაში არ იმყოფებიან ან ისინი, რომლებსაც დაავადების განსხვავებული გამოვლინება ჰქონდათ და მიმართეს სხვა კლინიკის ექიმს. მაგრამ თუკი ჩვენ მივმართავთ მცდელობას შერჩევის გზით მაქსიმალურად მოვიცვათ ჩვენი კვლევისათვის საჭირო სუბიექტები, კვლევის განზოგადების ალბათობა გაიზრდება.

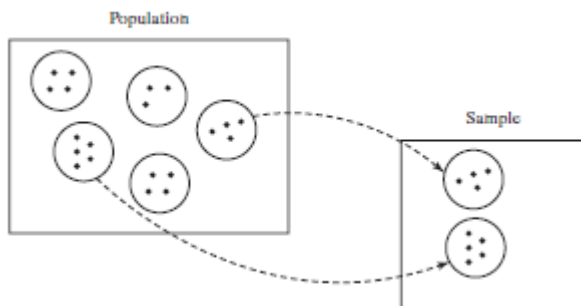
ამგვარად, *შერჩევა* არის პოპულაციიდან გარკვეული მეთოდების გამოყენებით კვლევისათვის არჩეული ჯგუფი, ხოლო ტერმინი *პოპულაცია* აღწერს ჰიპოთეტურ სიმრავლეს, რომელზედაც გვსურს ჩვენი კვლევის განზოგადება.

### *არსებობს შერჩევის მიღების სხვადასხვა მეთოდები*

#### **შემთხვევითი შერჩევა:**

ასეთ შემთხვევაში ყველა ელემენტს აქვს შერჩევაში მოხვედრის თანაბარი შანსი და ცალკეული ელემენტი პოპულაციიდან აირჩევა ნებისმიერი სხვა ელემენტისაგან დამოუკიდებლად. შემთხვევითი შერჩევისათვის გამოიყენება შემთხვევით რიცხვთა ცხრილი, რომელიც საშუალებას იძლევა ელემენტების წინასწარი გადანომვრის შემდეგ შემთხვევითად შეირჩეს ამა თუ იმ პოპულაციის ელემენტი.

ასევე არსებობს შემთხვევითი ჯგუფური შერჩევა, როდესაც ჯგუფებისაგან შემდგარი პოპულაციიდან შემთხვევითად ხდება ჯგუფების ამორჩევა და შერჩევის ფორმირება:



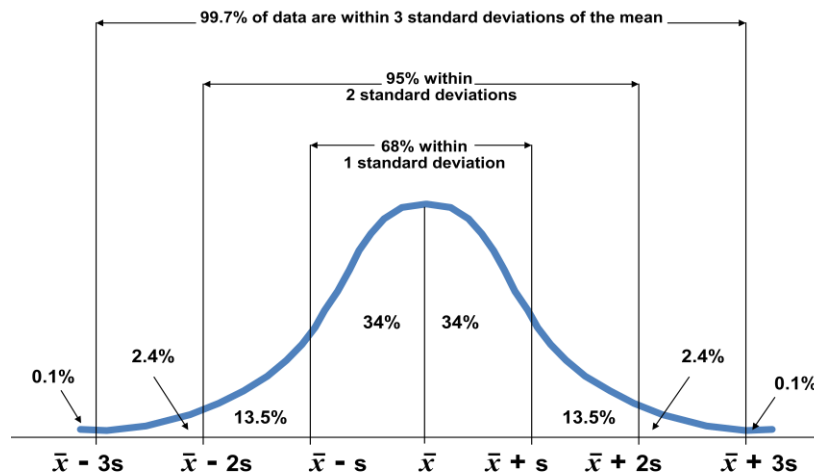
### **ნორმალური განაწილება**

*ნორმალური განაწილება* განიხილება როგორც ყველაზე მნიშვნელოვანი თეორიული მათემატიკური განაწილება სტატისტიკაში.

ნორმალური განაწილება ფარდობით სიხშირეთა განაწილებას წარმოადგენს. როგორც ვიცით, ფარდობითი სიხშირე გამოისახება ცალკეულ მონაცემთა სიხშირის შეფარდებით განაწილების მონაცემების საერთო რაოდენობასთან და შესაბამისად, განაწილების ჯამური დაგროვილი სიხშირე 1-ის ტოლია. ამიტომაც, ნებისმიერი ნორმალური განაწილების ქვემ

განთავსებული სრული ფართი უდრის 1-ს, ხოლო ნორმალური განაწილების მონაცემთა გარკვეული ნაწილი კონცენტრირებულია საშუალოს ირგვლივ გარკვეულ ინტერვალში. კერძოდ:

1. მონაცემთა 68% თავმოყრილია საშუალო  $\pm 1$  სტანდარტული გადახრის ინტერვალში
2. მონაცემთა 95% თავმოყრილია საშუალო  $\pm 2$  სტანდარტული გადახრის ინტერვალში
3. მონაცემთა 99% თავმოყრილია საშუალო  $\pm 3$  სტანდარტული გადახრის ინტერვალში



### დასკვნითი სტატისტიკა

სამეცნიერო კვლევების ძირითად მიზანს არ წარმოადგენს მხოლოდ მონაცემთა აღწერა. მთავარი ამოცანაა ჩატარებული სამეცნიერო კვლევებისას მიღებული შედეგების ანალიზი და ფორმულირებული დასკვნების სანდოობის შეფასება - ჰიპოთეზათა ტესტირება.

შერჩევის ფარგლებში ჩატარებული ნებისმიერი გაზომვის შედეგები, მაშინაც კი თუ აღნიშნული შერჩევა შემთხვევითი წესით იქნა გამოყოფილი პოპულაციიდან, განსხვავებული იქნება პოპულაციის მახასიათებლებისაგან.

შერჩევის შესწავლის საფუძველზე პოპულაციის შესახებ დასკვნი გაკეთებას **სტატისტიკური დასკვნა** ეწოდება. ჩვენ ვვარაუდობთ, რომ შერჩევა მიახლოებით ასახავს პოპულაციას.

სტატისტიკური დასკვნები სტატისტიკურ შეფასებას ემყარება. სტატისტიკური შეფასებისას ექსპერიმენტულ შედეგებზე დაყრდნობით ხდება პოპულაციის ამა თუ იმ მახასიათებლის შეფასება და ასევე შეფასების სიზუსტის განსაზღვრა. შესაბამისად, სტატისტიკური დასკვნებისათვის გამოიყენება 2 ძირითადი მეთოდი: **ჰიპოთეზათა ტესტირება** და **ნდობის ინტერვალის განსაზღვრა**.

### ჰიპოთეზათა ტესტირება

სტატისტიკის ძირითადი მიზანია ექსპერიმენტის საფუძველზე სტატისტიკური დასკვნების მიღება ექსპერიმენტის შესაბამისი ალბათური მოდელის შესახებ. ამას ემსახურება ჰიპოთეზათა შემოწმების მეთოდები. მოსაზრებას პოპულაციის განაწილების კანონის ან მისი რიცხვითი მახასიათებლების შესახებ **სტატისტიკური ჰიპოთეზა** ეწოდება. ჰიპოთეზათა ტესტირების ამოცანაა სტატისტიკური კრიტერიუმების საშუალებით შევამოწმოთ გამოთქმული მოსაზრების (ჰიპოთეზის) სამართლიანობა. ჰიპოთეზათა ტესტირებისას მოწმდება: (i) ეთანხმება თუ არა შერჩევის მონაცემები მოსალოდნელ მნიშვნელობას?; (ii) არსებობს თუ არა ცვლადებს შორის კავშირი; (iii) შერჩევის წყარო ერთი და იგივე თუ სხვადასხვა პოპულაციაა? ჰიპოთეზათა ტესტირების მიზანია შერჩევის სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე საფუძველზე მოხდეს  $H_0$  ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფა ალტერნატიულის სასარგებლოდ. შესაბამისად, ნულოვანი ჰიპოთეზა მიღებულია სარწმუნოდ სტატისტიკური ანალიზით მის დადასტურებამდე და წარმოადგენს ვარაუდს. თუკი ნულოვანი ჰიპოთეზა არ დასტურდება, ჩვენ ვუარყოფთ მას და ვიღებთ ალტერნატიულ (ექსპერიმენტულ) ჰიპოთეზას.

მართალია, ნულოვანი ჰიპოთეზის მიღებისა და უარყოფის გადაწყვეტილება სტატისტიკური ანალიზის შედეგებს ეფუძნება, არსებობს 2 ტიპის შეცდომა, რომელიც მკვლევარმა უნდა აიცილოს თავიდან - I ტიპისა და II ტიპის შეცდომა. I ტიპის შეცდომა გულისხმობს განსხვავების აღიარებას მისი არარსებობის შემთხვევაში. ასეთი შეცდომა ხშირად მოიხსენიება, როგორც „პოზიტიური დაშვება“. II ტიპის შეცდომის შემთხვევაში მეცნიერი ასკვნის განსხვავების არარსებობას, თუმცა ჯგუფებს შორის რეალური განსხვავებაა, რაც „ნეგატიური დაშვებად“ განიხილება. დასკვნები ყოველთვის უნდა ემყარებოდეს სკურპულოზურ სტატისტიკურ ანალიზს. ორივე ტიპის შეცდომის შემთხვევაში ადგილი აქვს შედეგების მცდარ ინტერპრეტაციას (I ტიპი - განსხვავება რეალურად არ არსებობს და გამოვლენილი განსხვავება შეცდომის შედეგია, II ტიპი - განსხვავება არსებობს, თუმცა ის ვერ დასტურდება სტატისტიკური ანალიზით).

	<b><math>H_0</math> სწორია</b>	<b><math>H_0</math> მცდარია</b>
<b><math>H_0</math> უარყოფა</b>	არასწორი გადაწყვეტილება I ტიპის შეცდომა ( $\alpha$ )	სწორი გადაწყვეტილება „სტატისტიკური სიმძლავრე“ ( $1-\beta$ )
<b><math>H_0</math> მიღება</b>	სწორი გადაწყვეტილება ( $1-\alpha$ )	II ტიპის შეცდომა ( $\beta$ )

სამეცნიერო წრეებში დაშვებულია ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფისას შეცდომის (I ტიპის შეცდომა) 5% ალბათობა. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, მკვლევარს შეუძლია ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფა და განსხვავების დადასტურება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუკი შეცდომის ალბათობა 5 %.

ძალიან მნიშვნელოვანის I და II ტიპის შეცდომებს შორის განსხვავების გააზრება. მაგალითისათვის განვიხილოთ ახალი მედიკამენტის დეპრესიაზე მოქმედების შესწავლის შემთხვევა. დავუშვათ, მედიკამენტი მიეცა I ჯგუფს, ხოლო პლაცებო II ჯგუფს. თუკი სტატისტიკური ანალიზის საფუძველზე მკვლევარის ასკვნის დეპრესიის ხარისხში ჯგუფებს შორის განსხვავების არსებობას და რეალურად ასეთი განსხვავება არ არსებობს, ის უშვებს I ტიპის შეცდომას. თუკი კვლევარი დაასკვნის, რომ ჯგუფებს შორის განსხვავება არ არსებობს

მაშინ, როცა სინამდვილეში განსხვავება რეალურია, ის უშვებს II ტიპის შეცდომას. რომელი შეცდომაა უფრო სერიოზული? პასუხი დამოკიდებულია შეცდომის კონტექსტზე. თუკი ექიმი დასვამს სიმსივნის დიაგნოზს ასეთი დაავადების არარსებობის შემთხვევაში, ის უშვებს I ტიპის შეცდომას. სიმსივნით დაავადებული პაციენტის ჯანმრთელად მიჩნევა (II ტიპის შეცდომა) გაცილებით სერიოზულ შედეგებს გამოიწვევს, რადგანაც ხელს შეუშლის დაავადებულის სწორი მკურნალობის წარმართვას.

ჰიპოთეზათა ტესტირებისას ვიყენებთ ორ მაჩვენებელს, P-სა და  $\alpha$  მნიშვნელოვნობის დონეს, რომელთა შორის განსხვავების გააზრება ხშირად რთულია, რადგანაც ორივე მათგანი ალბათობას წარმოადგენს.

**მნიშვნელოვნობის დონე** წარმოადგენს საზღვარს ნულოვანი ჰიპოთეზის ალტერნატიული ჰიპოთეზის სასარგებლოდ უარყოფისათვის. მნიშვნელოვნობის დონე ასევე ცნობილია **ალფას** ( $\alpha$ ) და I ტიპის შეცდომის სახელწოდებით (ვიცი, რომ I ტიპის შეცდომა გულისხმობს ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფას მისი სისწორის შემთხვევაში). თუკი ჩვენ დაინტერესებულნი არ ვართ ასეთი შეცდომით, ჩვენი მნიშვნელოვნობის დონე უნდა იყოს დაბალი. მნიშვნელოვნობის დონე შეირჩევა თავად მკვლევარის მიერ. ბიოლოგიაში მიღებულია '0.05' და '0.01' მნიშვნელოვნობის დონის გამოყენება, რაც ნიშნავს, რომ მიღებული შედეგების სანდოობის მტკიცებისას I ტიპის შეცდომის დაშვების ალბათობები შესაბამისად 5% და 1%-ია (მაგ., თუ  $\alpha=0.05$  ნიშნავს, რომ სწორი ნულოვანი ჰიპოთეზა მცდარად იქნება უარყოფილი 20-დან 1 შემთხვევაში). მნიშვნელოვნობის დონე ასახავს იმ შეცდომის მაქსიმალურ ალბათობას, რომლის დაშვებაც შესაძლებელია შედეგების ინტერპრეტაციისას. მცირე ზომის შერჩევათა შემთხვევაში სტანდარტული შეცდომა უფრო დიდია, ამიტომაც ასეთ დროს სასურველია 0.01 სარწმუნოების დონის გამოყენება. დიდი ზომის შერჩევათა სტატისტიკური ანალიზისას გამოიყენება 0.05 სარწმუნოების დონე.

ჰიპოთეზათა ტესტირების მეორე მნიშვნელოვანი კომპონენტია **P-სიდიდე**. განაწილების 95% თავმოყრილია საშუალო  $\pm 2SD$  ინტერვალში და ჩვენ გვსურს, რომ ჩვენი შედეგები ამ ინტერვალში აღმოჩნდეს, რადგანაც ასეთ შემთხვევაში ალბათობა იმისა, რომ შედეგების განსხვავება საშუალოდან არ არის სტატისტიკურად სარწმუნო 0.95-ია. სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, ალბათობა იმისა, რომ საკონტროლო მნიშვნელობა საშუალოს „ტოლია“ 0.95-ია. თუკი საკონტროლო მნიშვნელობა სცდება 95%-იან არეს (ხვდება 5%-იან ინტერვალში), ალბათობა იმისა, რომ მისი მნიშვნელობა საშუალოს „ტოლია“ 0.05-ია.

რადგანაც არსებობს სხვადასხვა ტიპის კრიტერიუმის სტატისტიკა (მაგ., z-ტესტი, t- ტესტი, U-ტესტი,  $\chi^2$ -ტესტი, F-ტესტი), ასევე განსხვავებულია P-ს განსაზღვრის გზები. თითოეული კრიტერიუმის სტატისტიკისათვის არსებობს P-ს შესაბამისი მნიშვნელობა. ის წარმოადგენს ალბათობას, რომ ექსპერიმენტისას დაკვირვებული მნიშვნელობები (ან ექსტრემალური შედეგები) მხოლოდ შემთხვევითია. რაც უფრო მცირეა P-სიდიდე, მით უფრო დიდია ალბათობა, რომ შედეგები არ არის შემთხვევითი.

მნიშვნელოვნობის დონე ( $\alpha$ ) ასახავს წინასწარ განსაზღვრულ ალბათობას, მაშინ როცა P-სიდიდე მიიღება კონკრეტული გამოთვლების საფუძველზე. მნიშვნელოვნობის დონე ( $\alpha$ ) P-სიდიდის საწინააღმდეგო ზღვრული მნიშვნელობაა. ის გვამცნობს რამდენად ექსტრემალური ინდა იყოს ჩვენი მონაცემები ნულოვანი ჰიპოთეზის უარყოფისათვის.

- 90%-ანი სარწმუნოების დონეზე ( $P = 0.9$ )  $\alpha = 1 - 0.9 = 0.1$

- 95%-ანი სარწმუნოების დონეზე ( $P = 0.95$ )  $\alpha = 1 - 0.95 = 0.05$
- 99%-ანი სარწმუნოების დონეზე ( $P = 0.99$ )  $\alpha = 1 - 0.99 = 0.01$
- და ზოგადად  $C\%$ -ანი სარწმუნოების დონეზე ( $P = C$ )  $\alpha = 1 - C/100$

## კვლევის დაგეგმა და დიზაინი.

### სამეცნიერო მეთოდის ამოცანები.

სამეცნიერო მეთოდის ზოგადი ამოცანაა კითხვებზე პასუხის გაცემა და ახალი სამეცნიერო ინფორმაციის მოპოვება, რაც ძირითადად სამეცნიერო კვლევების გზით ხორციელდება. კვლევის დაგეგმვა და დაწყება მარტივი ამოცანა არ არის როგორც ახალბედა მეცნიერებისთვის, ასევე გამოცდილ მკვლევართათვის. ასე მაგალითად, ნებისმიერი სახის მონაცემების შეგროვებამდე მკვლევარმა უნდა განსაზღვროს კვლევის თემატიკა, მიმოიხილოს მის ირგვლივ არსებული ლიტერატურა, მოახდინოს პრობლემის ფორმულირება, წამოაყენოს ჰიპოთეზა, განსაზღვროს კვლევის ობიექტები, მოახდინოს შესასწავლი დამოკიდებული და დამოუკიდებელი ცვლადების იდენტიფიცირება და შეარჩიოს კვლევის შესაბამისი მეთოდები. ქვემოთ მოკლედ დავახასიათებთ იმ ძირითად კომპონენტებს, რომლებიც გასათვალისწინებელია სხვადასხვა ტიპის კვლევის დაგეგმვისას.

### კვლევის თემატიკის არჩევა

კვლევის დაგეგმვის დროს პირველ რიგში გადასაწყვეტია, თუ რა პრობლემა არის შესასწავლი. სამეცნიერო თემატიკის შერჩევა სხვადასხვა ფაქტორების გათვალისწინებით ხდება. ცხადია, რომ ის ასე თუ ისე დაკავშირებული იქნება იმ სამეცნიერო დისციპლინასთან, რომელშიც მოღვაწეობს მკვლევარი და რომელშიც მას გამოცდილება და საკმარისი კომპეტენცია აქვს მიღებული. განვიხილოთ თემატიკის შერჩევის პრინციპები.

### ინტერესი

მკვლევარის ინტერესი შეიძლება იყოს ზოგადი ან სპეციფიკური. პირველის დაკმაყოფილებას გრძელვადიანი სამეცნიერო საქმიანობა ემსახურება. სხვა მეცნიერებისათვის უფრო საინტერესოა მოკლევადიანი პროექტები კონკრეტული სპეციფიკური ამოცანის შესასწავლად. ცხადია, რომ სამეცნიერო კარიერის მანძილზე მეცნიერებს ახალი ინტერესები უჩნდებათ. კვლევის წარმოებისას ან სხვა მეცნიერთა კვლევების გაცნობისას ხშირად იბადება ახალი, მოულოდნელი იდეები.

### პრობლემის გადაჭრა

ზოგიერთი სამეცნიერო იდეა მოტივირებულია მკვლევარის დაინტერესებით გადაჭრას რომელიმე კონკრეტული პრობლემა. ყველა ჩვენგანი ყოველდღიური ან პროფესიული საქმიანობის დროს აღმოვჩენილვართ სიტუაციაში, როდესაც რაღაცაა შესაცვლელი ან გასაუმჯობესებელი. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ჩვენს წინაშე დგება პრობლემები, რომლებიც გადაწყვეტას მოითხოვს.

### წინა (ადრინდელი) კვლევები

მკვლევარები ხშირად ირჩევენ სამეცნიერო თემატიკას საკუთარი ან სხვა მეცნიერების მიერ ადრე ჩატარებული ცდების შედეგებიდან გამომდინარე.

### **თეორია**

სამეცნიერო იდეების წყაროს ხშირად სამეცნიერო თეორიები წარმოადგენენ. თეორია სხვადასხვა მიზნებს ემსახურება, თუმცა სამეცნიერო კონტექსტში ის ემპირიული გზით შემოწმებადი სამეცნიერო ჰიპოთეზის წყაროა.

არსებობს რამოდენიმე ზოგადი კრიტერიუმი, რომელიც გამოიყენება იდეების „ხარისხიანობის“ დასადგენად. ასე მაგალითად, პირველ რიგში პასუხი უნდა გაეცეს შემდეგ კითხვებს:

- ✓ არის თუ არა იდეა კრეატიული (შემოქმედებითი)?
- ✓ წარმოადგენს თუ არა კვლევის შედეგები მნიშვნელოვან სამეცნიერო ინფორმაციას მოცემულ დარგში?
- ✓ პასუხობს თუ არა მიღებული შედეგები დარგში არსებულ ძირითად კითხვებს?

ამ კითხვებზე პასუხის გაცემა შესაძლებელია, თუ გადავხედავთ პრობლემის ირგვლივ არსებულ ლიტერატურას და მიმოვიხილავთ მოცემული კვლევის შედეგებს უფრო ფართო კონტექსტში. ამგვარად, ჩვენ ლოგიკურად გადავდივართ კვლევის დაგეგმვის შემდგომ ეტაპზე, რასაც ლიტერატურის მიმოხილვა წარმოადგენს.

### **ლიტერატურის მიმოხილვა**

სამეცნიერო კვლევის დაგეგმვის მომდევნო ეტაპზე ხდება შერჩეული თემის შესახებ არსებული ლიტერატურის მიმოხილვა და ანალიზი. ხარისხიანი, სრულყოფილი კვლევა წარმოუდგენელია ლიტერატურის დეტალური, მრავალმხრივი და კრიტიკული ანალიზის გარეშე. ლიტერატურის მიმოხილვის პირველი და ძირითადი ამოცანაა მკვლევარმა მიიღოს მოცემული თემის ირგვლივ არსებული სამეცნიერო ინფორმაცია. ამ ინფორმაციის საფუძველზე მეცნიერი ირჩევს გზას, რომელიც საშუალებას მისცემს უპასუხოს დარგში არსებულ კითხვებს:

- ✓ რა შედეგებია მიღებული ჩატარებული კვლევების საფუძველზე?
- ✓ ჰქონდათ თუ არა მკვლევარებს მეთოდოლოგიური ან ტექნოლოგიური ხასიათის პრობლემები და მათი არსებობის შემთხვევაში, შესაძლებელია თუ არა ახალ კვლევაში ასეთი პრობლემებისგან თავის არიდება?
- ✓ საჭიროა თუ არა მოცემულ თემატიკაზე დამატებითი კვლევების ჩატარება და კონკრეტულად რომელ სფეროში დარჩა პასუხგაუცემელი კითხვები?

სწორედ ამ კითხვებს პასუხობს ლიტერატურის მიმოხილვა და ანალიზი, რომლის საფუძველზე მეცნიერი კვლევის შემდგომ ეტაპებს გეგმავს. .

### **სამეცნიერო პრობლემის ფორმულირება**

სამეცნიერო თემატიკის განსაზღვრისა და შესაბამისი ლიტერატურის მიმოხილვის შემდეგ მკვლევარი მზადაა კვლევის დაგეგმვის შემდგომი ეტაპისთვის - სამეცნიერო პრობლემის მკაფიო ფორმულირებისთვის. როგორც წესი, პრობლემის ფორმულირება შეკითხვის სახით

ხდება. ასე მაგალითად, სამეცნიერო პრობლემა შეიძლება შემდეგნაირად ჟღერდეს: „არის თუ არა დეპრესიულობის ზრდა ხანდაზმულ მამაკაცებში მათი დაქვეითებული ფიზიკური აქტიურობის შედეგი?“ ან სხვა მაგალითი: „დაწევს თუ არა დაბალკალორიული დიეტა ქოლესტერინის დონეს ორგანიზმში?“ (ეს და ყველა ქვემოთ მოყვანილი კონკრეტული მაგალითი დეტალურად განხილულია წიგნში *“Essentials of Research Design and Methodology”*, G.Marczyk, D.deMatteo, D.Festinger, 2005)

სამეცნიერო პრობლემის ფორმულირებისას მნიშვნელოვანია გვახსოვდეს, რომ ის საკმაოდ სპეციფიკური უნდა იყოს და ზუსტად უნდა ასახავდეს კვლევის საგანს. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, საკვლევი პრობლემა უნდა შედგებოდეს ზუსტად განსაზღვრული საკვლევი საკითხებისაგან, რომლებიც ნათლად ასახავენ კვლევაში შესწავლილ ცვლადებს. წინააღმდეგ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მეთოდოლოგიურ გაუგებრობას.

### ჰიპოთეზის წამოყენება

კვლევის დაგეგმვის შემდეგ ეტაპზე ხდება სამეცნიერო ჰიპოთეზის წამოყენება. ეს მეტად მნიშვნელოვანი ეტაპია, ვინაიდან მასზე დამოკიდებულია ჩატარებული კვლევითი სამუშაოს წარმატება. არასწორად ფორმულირებულმა ჰიპოთეზამ შეიძლება სრულად გააბათილოს პოტენციურად საინტერესო კვლევის შედეგები.

კვლევის დაგეგმვის ყველა ზემოთ აღწერილი საფეხურების დასრულების შემდეგ დგება საკუთრივ კვლევის ჩატარების ეტაპი, რომელიც პირველ რიგში გულისხმობს შესასწავლი ცვლადების განსაზღვრას. მკვლევარი ასევე ირჩევს კვლევის ობიექტებს და განსაზღვრავს კვლევის მეთოდებს. ამ ამოცანების წარმატებით შესრულების შემდეგ იწყება მონაცემთა მიღების და შეფასების პროცესი.

## ექსპერიმენტის დაგეგმვა

### ექსპერიმენტის დაგეგმვის ძირითადი პრინციპები

ექსპერიმენტის დაგეგმვის დროს მკვლევარი განიხილავს ყველა შესაძლო ფაქტორს, რომელსაც შეუძლია შედეგებზე ზეგავლენის მოხდენა და ცდილობს ამ ფაქტორების ზეგავლენის კონტროლირებას. კვლევის სწორად დაგეგმვის ინდიკატორებია:

- შესაძლებელია თუ არა ჰიპოთეზის ადექვატური გზით შემოწმება?
- შესაძლებელია თუ არა დამატებითი ფაქტორების იდენტიფიცირება და კონტროლი?
- შესაძლებელია თუ არა შედეგების განზოგადება?
- შესაძლებელია თუ არა ჰიპოთეზის დადასტურება ან უარყოფა სტატისტიკური ანალიზით?
- რამდენას ეფექტურად ხდება არსებული რესურსების გამოყენება?

**სამეცნიერო კვლევის დაგეგმვა შემდეგ ძირითად პრინციპებს ეყრდნობა:**

1. პრობლემის ფორმულირება
2. შედარება/კონტროლი
3. რეპლიკაცია

4. რანდომიზაცია
5. სტარტიფიკაცია (ე.წ. ბლოკების გამოყოფა)
6. ფაქტორიალური ექსპერიმენტი

#### **დაგეგმვის ძირითადი პრინციპები განვიხილოთ კონკრეტულ მაგალითზე.**

**პრობლემა:** ახდენს თუ არა გავლენას მარილიანი წყლის მიღება თაგვების სისხლის წნევაზე?

**ექსპერიმენტის სქემა:** (1) თაგვებისათვის მარილიანი წყლის (1% NaCl) მიწოდება; (2) 14-დღიანი ინტერვალი; (3) სისხლის წნევის (BP) გაზომვა

**შედარება/კონტროლი:** კარგად დაგეგმილი ექსპერიმენტი აუცილებლად მოითხოვს საკონტროლო ჯგუფის არსებობას. მაგალითად:

- თაგვების სისხლის წნევის შედარება მარილიანი წყლისა და ონკანის წყლის მიწოდების პირობებში;
- სხვადასხვა ხაზის თაგვების სისხლის წნევის შედარება მარილიანი წყლის მიწოდებისას. ექსპერიმენტული ჯგუფი დარდება კონკურენტულ საკონტროლო ჯგუფს და წარსულში შესწავლილ ჯგუფს.

სამედიცინო კვლევებში ფართოდ გამოიყენება ე.წ. „პლაცებო“ ეფექტი, საკონტროლო ჯგუფი „ცრუ“ მანიპულაციით. ცნობილია, რომ „პლაცებო“ ზემოქმედებისას ზურგის ქრონიკული ტკივილების ფონზე პაციენტების 40% გაუმჯობესებაზე საუბრობს. „ცრუ ოპერაციასა“ კი შეიძლება მოჰყვეს დადებითი ეფექტი. სწორედ ამიტომ არის საჭირო საკონტროლო ჯგუფი.

**რეპლიკაცია:** რეპლიკაცია ამცირებს არაკონტროლირებად ვარიაციებს ექსპერიმენტში და ზრდის შედეგების სიზუსტეს. ის ექსპერიმენტული განუზღვრელობის რაოდენობრივად აღწერის საშუალებას იძლევა, რამდენადაც შეფასება არ წარმოადგენს ღირებულს თუკი ის არ ითვალისწინება გარკვეულ განუზღვრელობას კვლევის პროცესში. რეპლიკაცია (ექსპერიმენტის რამდენჯერმე გამეორება) აუცილებელია მაღალი სტატისტიკური სარწმუნოების მქონე შედეგების მისაღებად - რაც უფრო დიდია  $n$ , მით უფრო მცირეა სტანდარტული შეცდომა.

**რანდომიზაცია:** აუცილებელია სუბიექტთა შემთხვევითი მიკუთვნება ექსპერიმენტული ჯგუფებისადმი, თუმცა შემთხვევითი არ ნიშნავს უსისტემოსა და უმიზნოს. მაგალითად, ამ მიზნით შესაძლებელია კომპიუტერული პროგრამების (შემთხვევით რიცხვთა ცხრილის) გამოყენება. რატომ არის აუცილებელი რანდომიზაცია? ის ამცირებს შემთხვევითი ფაქტორების მოქმედების ალბათობას და იძლევა მოსალოდნელი ექსპერიმენტული შეცდომების ზუსტი შეფასების საშუალებას. მაგალითად, შერჩეულ პირველ 6 თაგვს შეიძლება ბუნებრივად ახასიათებდეს სისხლის მაღალი წნევა. რანდომიზაცია შემთხვევითობის კონტროლის საშუალებას იძლევა. ის ალბათობის თეორიის გამოყენების შესაძლებლობას ქმნის და მძლავრი სტატისტიკური ანალიზის წინაპირობა ხდება.

**შიდა, ლოკალური კონტროლი** - ხდება ვარიაბელურობის წყაროების (გარეშე ფაქტორების) მიზანმიმართული მიწოდება იმგვარად, რომ მოხერხდეს მათი გაზომვა და ექსპერიმენტული შეცდომიდან განცალკევება. ლოკალური კონტროლის მიზნით ეფექტურია საკუთრივ ცდაში მონაწილე ობიექტების გამოყენება საკონტროლო ჯგუფის სახით (მაგ., ზემოქმედების შემდეგ მიღებული შედეგების შედარება ზემოქმედებამდე აღრიცხულ მონაცემებთან), რაც ზრდის ექსპერიმენტის სიზუსტეს.

**სტრატეგია:** მაგალითისათვის, თქვენ გაზომეთ ნაწილი თავგების სისხლის წნევა დილით, ნაწილისა კი საღამოს საათებში. თუკი თქვენ მიზნად ისახავთ დილისა და საღამოს გაზომვებს შორის სხვაობის გამოვლენას:

- დარწმუნდით, რომ დღის თითოეულ მონაკვეთში ცალკეულ ექსპერიმენტულ ჯგუფში თანაბარი რაოდენობით ობიექტებია (დაბალანსებული ექსპერიმენტი);
- გაითვალისწინეთ ანათვლების აღების დრო შედეგების ანალიზის პროცესში.
- ამ პროცესს ბლოკების გამოყოფას უწოდებენ

დავუშვათ თქვენს ექსპერიმენტში საჭიროა 20 მამრი და 20 მდედრი თავგის კვლევა. მათი ნახევარი უნდა მიაკუთვნოთ ექსპერიმენტულ, ნახევარი კი საკონტროლო ჯგუფს. ამასთან შესაძლებელია დღეში მხოლოდ 4 თავგის შეფასება. ისმის შეკითხვა, როგორ გავანაწილოთ სუბიექტები ჯგუფებისა და დღეების მიხედვით?

მოდით, ჯერ განვიხილოთ ექსპერიმენტის ყველაზე ცუდად დაგეგმვის სქემა:

Week One					Week Two				
M	Tu	W	Th	F	M	Tu	W	Th	F
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T
C	C	C	C	C	T	T	T	T	T

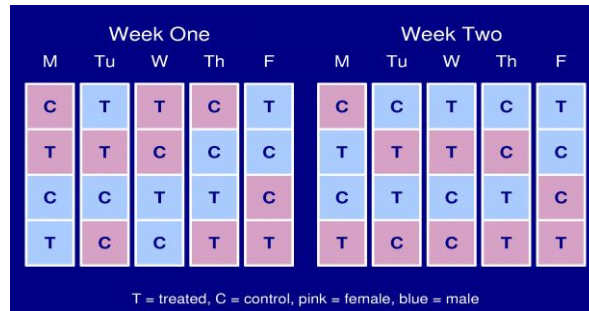
T = treated, C = control, pink = female, blue = male

სქემა რანდომიზაციისას შემდეგ სახეს მიიღებს:

Week One					Week Two				
M	Tu	W	Th	F	M	Tu	W	Th	F
T	T	T	T	T	C	T	T	C	T
C	T	T	T	T	C	C	C	T	C
C	C	C	T	T	C	C	T	C	C
T	C	C	C	C	C	T	C	T	T

T = treated, C = control, pink = female, blue = male

სტრატეგიური დაგეგმვის სქემა შემდეგ სახეს იღებს:



T - ზემოქმედება (Treatment); C - კონტროლი (Control)  
 ვარდისფერი ფონი - მდედრი (Female); ცისფერი ფონი - მამრი (Male)

- შესაძლებლობის (და სურვილის) შემთხვევაში დააფიქსირეთ ცვლადი, მაგალითად გამოიყენეთ მხოლოდ 8 კვირის ასაკის მამრი თაგვები ერთი რომელიმე ხაზიდან.
- თუკი არ დააფიქსირებთ ცვლადს, მოახდინეთ მისი სტრატეგიცირება. მაგალითად, გამოიყენეთ როგორც 8, ისე 12 კვირის ასაკის მამრი თაგვები და მიმართეთ ასაკის მიხედვით სტრატეგიცირებას.
- თუკი ვერ ახერხებთ ცვლადის დაფიქსირებასა და სტრატეგიცირებას, მოახდინეთ მისი რანდომიზაცია.

**ფაქტორიალური ექსპერიმენტი.** დავუშვათ, გაინტერესებთ სისხლის წნევაზე ორი ფაქტორის - მარილიანი წყლისა და მაღალი ცხიმის შემცველი დიეტის ზეგავლენა. შესაბამისად, ერთ ექსპერიმენტში 4 სახის ზემოქმედება გვაქვს:

ონკანის წყალი	ნორმალური დიეტა
მარილიანი წყალი	მაღალცხიმოვანი დიეტა

ასეთი მიდგომა გაცილებით ეფექტურია როგორც მენეჯმენტის, ისე მიღებული ინფორმაციის თვალსაზრისით, ვიდრე ცალკეული ფაქტორების შესასწავლად დამოუკიდებელი ექსპერიმენტების ჩატარება.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის სხვა მნიშვნელოვანი კომპონენტებია:

**„ბრმა“ ცდა** - გაზომვებზე შესაძლოა გავლენა მოახდინოს ექსპერიმენტატორის მიერ დაშვებულმა უნებლიე შეცდომებმა (მაგ. სუბიექტურმა წინასწარგანწყობამ). ამიტომაც იდეალურ ექსპერიმენტში ანათვლების აღება უნდა ხდებოდეს იმგვარად, რომ ექსპერიმენტატორი არ იყოს ინფორმირებული კონკრეტულ ჯგუფზე განხორციელებული ზემოქმედების ტიპის შესახებ. სამედიცინო კვლევებში გამოიყენება **ერთმაგი „ბრმა“ ცდა** - როდესაც პაციენტმა არ იცის რომელ ჯგუფს მიეკუთვნება, საექსპერიმენტოს თუ „პლაცებოს“ და **ორმაგი „ბრმა“ ცდა** - არც პაციენტმა და არც ექსპერიმენტატორმა არ იცის რომელ ჯგუფზე რა ზემოქმედება ხორციელდება.

**რეპრეზენტატიულობა** - ძალზე მნიშვნელოვანია, რამდენად რეალურად ასახავენ შერჩეული ობიექტები შესასწავლ პოპულაციას. იდეალურ ექსპერიმენტში საკვლევი ობიექტები ინტერესის სფეროში მოქცეული პოპულაციიდან შემთხვევითი შერჩევის გზით მიღებული შერჩევის კომპონენტებია.

**კარგი ექსპერიმენტის მახასიათებლებია:**

**უმეცდომობა** - მიიღწევა რანდომიზაციითა და „ბრმა“ ექსპერიმენტებით;

**მაღალი სიზუსტე** - მიიღწევა ერთგვაროვანი საკვლევი მასალის გამოყენებით, რეპლიკაციითა და ბლოკებად დაყოფით;

**სიმარტივე** - თავიდან აგვარიდებს შეცდომებს;

**გამოყენების ფართო დიაპაზონი** - შესაძლო ვარიაციების გააზრება და ფაქტორიალური დაგეგმვა ექსპერიმენტის განვრცობის საშუალებას იძლევა

**ცდომილების შეფასების შესაძლებლობა** - მიიღწევა რანდომიზაციითა და რეპლიკაციით.

ექსპერიმენტის ჩატარებამდე აუცილებლად უნდა შეარჩიოთ შერჩევის მოცულობა, რადგანაც მცირე შერჩევისას ეფექტის გამოვლენის შანსი მცირეა, დიდი შერჩევისას კი ექსპერიმენტი ძალზე ძვირადღირებულია. შერჩევის მოცულობის განსაზღვრისათვის გამოიყენება „სტატისტიკური სიმძლავრის ანალიზი“ (power analysis)

შერჩევის მოცულობის დასადგენად ლაბორატორიულ ცხოველებზე ექსპერიმენტისას, ასევე სხვა ტიპის კვლევებში ხშირად გამოიყენება რესურსების გაწონასწორების (Mead's resource equation) მეთოდი. შესაძლოა ერთი შეხედვით მეთოდი სხვა მეთოდებთან შედარებით არაკურატულია, მაგრამ იძლევა კარგ მინიშნებებს ისეთი შემთხვევებისათვის, როდესაც საშუალოთა შორის სხვაობები ან სტანდარტული გადახრები უცნობია ან რთულად გამოსათვლელი. ფორმულის ყველა კომპონენტი გამომდინარეობს თავისუფლების ხარისხიდან და ამიტომაც თითოეულ მათგანს 1 აკლდება:

$$E = N - B - T, \text{ სადაც}$$

**N** – კვლევაში მონაწილე სუბიექტების რაოდენობა (-1)

**B** – მახლოკირებელი ფაქტორია, ასახავს დაგეგმვაში მონაწილე გარე ეფექტებს (-1)

**T** – ზემოქმედების კომპონენტი, შეესაბამება საექსპერიმენტო ჯგუფების რაოდენობას (საკონტროლოს ჩათვლით) (-1)

**E** - შეცდომის კომპონენტის თავისუფლების ხარისხი (ჩვეულებრივ 10-20 შუალედში)

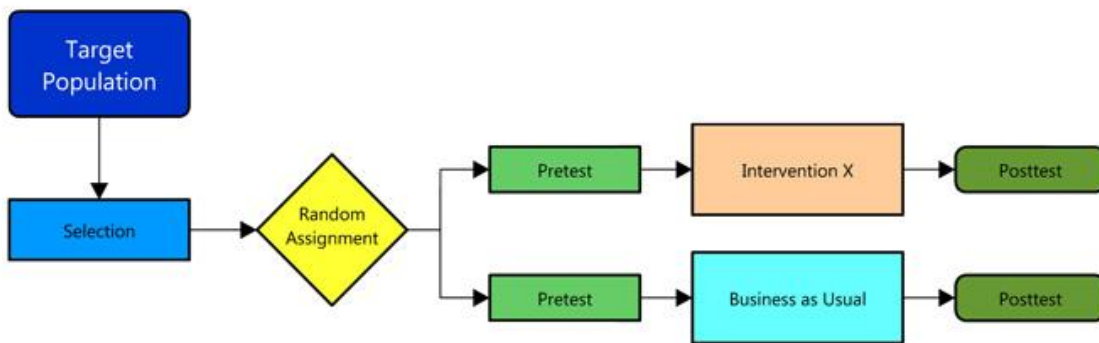
*მაგალითად, თუკი დაგეგმილია ცხოველების 4 ჯგუფზე ექსპერიმენტის ჩატარება (T=3) 8 ინდივიდით თითოეულ ჯგუფში, ჯამში 32 ცხოველია (N =31) სტრატეგიკაციის (ბლოკების გამოყოფის) გარეშე (B=0) და E=28, რაც 20-ზე მაღალია და შესაბამისად მიზანშეწონილი იქნება ჯგუფში 6 ცხოველის გამოყენება*

**ექსპერიმენტის სტატისტიკური დაგეგმვა**

**ექსპერიმენტის სტატისტიკური დაგეგმვა** აუცილებლად ექსპერიმენტის დაწყებამდე უნდა განხორციელდეს. ის წინასწარ შერჩეული, კვლევის შესაბამისი სტატისტიკურ ტესტების გამოყენებას უნდა ეფუძნებოდეს, რაც თავიდან აგაცილებთ მთელ რიგ პრობლემებს, რასაც შეიძლება ადგილი ჰქონდეს არასწორად ჩატარებული კვლევის შემთხვევაში. ცალკეული სტატისტიკური ტესტის გამოყენებით სპეციფიკურად მოწმდება მკვლევარის მიერ წამოყენებული კონკრეტული და არაორაზროვანი სამეცნიერო ჰიპოთეზა.

განვიხილოთ ექსპერიმენტის დაგეგმვის სხვადასხვა სახეები, რომლებიც გაერთიანებულია 3 ძირითად კატეგორიაში: წინასაექსპერიმენტო დაგეგმვა (**Pre- Experimental Design**), რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვა (**True Experimental Design**) და ფსევდოექსპერიმენტული დაგეგმვა (**Quasi -Experimental Design**). ასევე განვიხილოთ დაგეგმვა, როდესაც შეისწავლება კვლევის დაწყებამდე მომქმედი ფაქტორის ზეგავლენა (**Ex-post Factorial Design**) და ისეთ კვლევები, რომლებშიც შეისწავლება ორი დამოუკიდებელი ცვლადის ერთდროული მოქმედების ეფექტები ფაქტორიალური (**Factorial Design**) დაგეგმვის გამოყენებით.

არსებობს ექსპერიმენტის დაგეგმვის სხვადასხვა ტიპი და კლასიფიკაცია ეფუძნება (1) პრე-პოსტ ტესტირების ჩატარებას, (2) ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფების არსებობას და (3) რანდომიზაციის, ალბათური მიკუთვნების (random assignment) პრინციპს:



წარმოგიდგინთ რეალური ექსპერიმენტის დაგეგმვის აღწერილობას. ცალკეულ აღწერილობაზე თანდართულ ცხრილებში გამოყენებული აღნიშვნებია: **Tx** - **ზემოქმედების არსებობა** (ასახავს დამოუკიდებელ ცვლადს); **Obs** - **დაკვირვება** (ასახავს დამოკიდებულ ცვლადს); „-“ - მოვლენათა არარსებობას დროის მონაკვეთში; **Exp (Experience)** - შესაძლო წინასწარი გამოცდილება (დამოკიდებული ცვლადი).

**რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვა (True-Experimental Design)** განსაზღვრავს კონტროლის ტიპს და ახდენს პირობების მანიპულაციას. ხდება დამოუკიდებელი ცვლადის ცვლილება და დამოკიდებულ ცვლადზე ამ ცვლილების ზეგავლენაზე დაკვირვება. მოიცავს პრობლემის განსაზღვრას, ჰიპოთეზათა ფორმულირებას, ცვლადების განსაზღვრას, ტესტირების დონის განსაზღვრას, პოპულაციის შერჩევას, ვალიდურობის შეფასებას, ექსპერიმენტული პროცედურების საპილოტე ტესტირებას, კვლევის გეგმის განუხრელად დაცვას. რეალური ექსპერიმენტული დაგეგმვა გულისხმობს ობიექტების ალბათურ შერჩევას და მათ რანდომულად განაწილებას საკონტროლო და ექსპერიმენტულ ჯგუფებში, აგრეთვე ჯგუფების ალბათურ მიკუთვნებას ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფებისადმი. **დაგეგმვა წინასწარი ტესტირებისა და საკონტროლო ჯგუფის არსებობის პირობებში (Pretest-Posttest Control Group Design)** - კლასიკური ექსპერიმენტის ფორმალური დაგეგმვის ყველაზე

მარტივი მეთოდი. წარმოადგენს **Nonrandomized Control Group Pretest-Posttest** (6) დაგეგმვის განვრცობას და იყენებს რეპლიკაციისა და რანდომიზაციის პრინციპებს. გამოიყენება ჰომოგენურ ექსპერიმენტულ ჯგუფებში, რომლებიც შეიძლება არათანაბარი იყოს. ექსპერიმენტული და საკონტროლო ჯგუფები შეირჩევა შემთხვევითად. ექსპერიმენტული ზემოქმედება ხდება ერთ ჯგუფზე, ხოლო მეორე ჯგუფი საკონტროლო ჯგუფის ფუნქციას ასრულებს და მასზე მანიპულაცია არ ხდება. ორივე ჯგუფზე დაკვირვება ხდება როგორც ზემოქმედებამდე, ისე ზემოქმედების შემდეგ სქემით:

შემთხვევითი მიკუთვნება	ჯგუფი 1	Obs <sub>1</sub>	Tx	Obs <sub>2</sub>
	ჯგუფი 2 (კონტროლი)	Obs <sub>1</sub>	-	Obs <sub>2</sub>

ასეთი ტიპის დაგეგმვისას ჩვენ (ა) ვაფასებთ ზემოქმედებით მიღებულ ცვლილებებს და (ბ) გამოვრიცხავთ სხვა, დამატებითი ცვლადების (კოფაქტორების) მოქმედებით გამოწვეულ შესაძლო ეფექტებს, რაც მიზეზ-შედეგობრივი კავშირების შესახებ მსჯელობის საშუალებას გვაძლევს.

*სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება t-ტესტი (2 ჯგუფის შემთხვევაში) ან ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (one-way ANOVA).*

**Solomon Four-Group Desig** - ასეთი ტიპის დაგეგმვა მოიცავს 4 ჯგუფს. იძლევა პრეტესტის ეფექტის შეფასების საშუალებას.

შემთხვევითი მიკუთვნება	ჯგუფი 1	Obs <sub>1</sub>	Tx	Obs <sub>2</sub>
	ჯგუფი 2	Obs <sub>1</sub>	-	Obs <sub>2</sub>
	ჯგუფი 3	-	Tx	Obs <sub>1</sub>
	ჯგუფი 4	-	-	Obs <sub>1</sub>

*სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (one-way ANOVA) ან სტუდენტის დამოუკიდებელი და დამოკიდებული t-ტესტი ცალკეული ჯგუფების შედარებისათვის (ამოცანიდან გამომდინარე). თითოეული ჯგუფები უნდა შეიცავდეს სულ მცირე 30 სუბიექტს.*

**სრულად რანდომიზირებული დაგეგმვა (Completely Randomised (CR) Design)** - ფორმალური დაგეგმვის ყველაზე მარტივი მეთოდი. იყენებს რეპლიკაციისა და რანდომიზაციის პრინციპებს. ხდება ექსპერიმენტული სუბიექტების შემთხვევითი განაწილება ჯგუფებში და ფაქტორის ზემოქმედების 2 ან მეტი დონის შერჩევა. გამოიყენება ჰომოგენურ ექსპერიმენტულ ჯგუფებში, რომლებიც შეიძლება არათანაბარი იყოს. წარმოადგენს დამოუკიდებელი t-ტესის განვრცობას. დაგეგმვის სქემის მაგალითია:

რანდომ			ფაქტორის დონე	დამოკიდებული ცვლადი
	ჯგუფი 1	სუბიექტი 1	Tx <sub>1</sub>	Obs <sub>11</sub>

		სუბიექტი 2	$T_{x1}$	$Obs_{21}$
		სუბიექტი n	$T_{x1}$	$Obs_{n1}$
	ჯგუფი 2	სუბიექტი 1	$T_{x2}$	$Obs_{12}$
		სუბიექტი 2	$T_{x2}$	$Obs_{22}$
		სუბიექტი n	$T_{x2}$	$Obs_{n2}$
	და ა.შ.			

სტატისტიკური ანალიზისათვის გამოიყენება *t*-ტესტი (2 ჯგუფის შემთხვევაში), ერთფაქტორიანი დისპერსიული ანალიზი (One-way ANOVA) და *F*-ტესტი.

ზემოქმედების შემდეგ გაზომვების ჩატარებისას სასურველია (შესაძლებლობის შემთხვევაში) მკვლევარი იყენებდეს „ბრმა ცდას“ - მაგალითად, იცოდეს მხოლოდ ცხოველების ნუმერაცია.

**ფაქტორული დაგეგმვა (Factorial Design)** დაგეგმვის განხილული სქემებისაგან განსხვავდება *ორი ან მეტი დამოუკიდებელი* ცვლადის არსებობით. თუმცა ცვლადების რაოდენობის ზრდა არ გულისხმობს ექსპერიმენტული სუბიექტების რაოდენობის მნიშვნელოვან ზრდას, რაც ფაქტორული ექსპერიმენტის მნიშვნელოვანი უპირატესობაა ცალკე აღებული ცვლადების ეფექტების დამოუკიდებელი ანალიზის საპირწონედ.

ექსპერიმენტის დაგეგმვის კონკრეტული ტიპი გამოიყენება კონკრეტული სამეცნიერო კვლევის შემთხვევაში. რეალური ექსპერიმენტული გარემო თავად გვკარნახობს რომელი მეთოდის გამოყენებაა დასაშვები ან უფრო პრაქტიკული. აუცილებელია დაგეგმვის ამა თუ იმ ტიპის სუსტი მხარეების გათვალისწინება. არასოდეს შეეცადოთ დაადასტუროთ ისეთი შედეგები, რომლებიც თქვენს მიერ შერჩეული კვლევის დაგეგმვის შესაძლებლობებს სცილდება.

სამეცნიერო ლიტერატურა, ინტერნეტის რესურსები და სამეცნიერო კვლევა. საკითხზე ორიენტირებული ლიტერატურის ძებნა და მოპოვება; ლიტერატურის სინთეზის აუცილებლობა; ლიტერატურის სისტემატური მიმოხილვისა და სინთეზის საფუძველზე შემაჯამებელი ანგარიშის წარმოდგენა; ინტერნეტ-რესურსების გამოყენება.

სამეცნიერო კვლევის ძირითადი მიზანია პუბლიკაცია, ანუ ისეთი დოკუმენტის შექმნა და გამოქვეყნება, რომელიც ადასტურებს სამეცნიერო აღმოჩენას და ამცნობს სამეცნიერო საზოგადოებას მის შესახებ.

სამეცნიერო ინფორმაციის გავრცელება სხვადასხვა საშუალებით არის შესაძლებელი. ესენია სამეცნიერო ჟურნალები, სახელმძღვანელოები, თეზისები, მონოგრაფიები, საკონფერენციო მოხსენებები, ოფიციალური თუ ტექნიკური პუბლიკაციები, პატენტები და ელექტრონული ქსელის სხვადასხვა პლატფორმაზე გამოქვეყნებული მასალები.

სამეცნიერო პუბლიკაცია არ არის სტატია მეცნიერებაზე ან სამეცნიერო თემატიკაზე, რომელიც მასობრივი ტირაჟის მქონე ან სამეცნიერო-პოპულარულ ჟურნალშია დაბეჭდილი. სამეცნიერო ლიტერატურა ანუ სამეცნიერო პუბლიკაციები წარმოადგენს ორიგინალური ექსპერიმენტული ან თეორიული გამოკვლევების შედეგების მოხსენებას ორიგინალურ სტატიებში, ასევე მონაცემთა შეჯამებას ან ანალიზს მიმოხილვითი ხასიათის სტატიებში და

მონოგრაფიებში. ის, პირველ რიგში, ამა თუ იმ დარგში მომუშავე მკვლევარების შედარებით ვიწრო წრისთვისაა განკუთვნილი.

სამეცნიერო ლიტერატურის ძირითადი ამოცანაა სარწმუნო, ზუსტი და თანამედროვე ინფორმაციის გადმოცემა. სამეცნიერო საზოგადოებაში ამის მიღწევას ხელს უწყობს რეცენზირების პროცესი. რეცენზირებისას შესაბამის დარგში მომუშავე მეცნიერები აფასებენ სამეცნიერო სტატიას მისი გამოქვეყნებამდე. ასეთ ლიტერატურას **რეცენზირებული** (რედაქტირებული) ეწოდება. თუმცა, საკმაოდ დიდი მასალა, რომელიც აუდიტორიისთვის სხვადასხვა წყაროდან (მათ შორის ელექტრონულ სივრცეში) ხდება ხელმისაწვდომი, რეცენზირებული არ არის, რაც იმას ნიშნავს, რომ მას გავლილი არ აქვს ავტორიტეტების მხრიდან შეფასების პროცესი. შესაბამისად, რიგ შემთხვევაში ის შეიძლება ნაკლებად სარწმუნო ინფორმაციას შეიცავდეს.

ამჟამად მსოფლიოს სამეცნიერო საზოგადოებაში დამკვიდრდა ისეთი ცნება, როგორცაა „valid/primary scientific publication/literature“, რაც შეიძლება გადაითარგმნოს, როგორც **ღირებული, პირველადი სამეცნიერო პუბლიკაცია**. იმისთვის, რომ სტატია ჩაითვალოს პირველადად, ის უნდა იძლეოდეს ჩატარებული ექსპერიმენტების შემოწმების და კვლევისა და ინტელექტუალური პროცესის შეფასების შესაძლებლობას. ახალი, ჯერ კიდევ გამოუქვეყნებელი მასალები **რეცენზირებულ** (peer-reviewed journal) ჟურნალში მხოლოდ მას შემდეგ უნდა გამოქვეყნდეს, რაც მას დადებითად შეაფასებენ დარგის ექსპერტი კოლეგები. მხოლოდ ასეთ პუბლიკაციას შეიძლება ეწოდოს „ღირებული“, ხოლო სამეცნიერო ჟურნალს - „ღირებული“ სამეცნიერო ლიტერატურა.

განსხვავებულია სტატიების და ჟურნალების თემატიკა, პუბლიკაციის ენა, ასევე მათი მნიშვნელობა და ზეგავლენა თანამედროვე მეცნიერებაზე. უცხოური სამეცნიერო ჟურნალების საკმაოდ ვრცელი ჩამონათვალი მოყვანილია *ულრიხის პერიოდულ ცნობარში* (Ulrich's Periodic Directory, ელექტრონული მისამართი: <http://www.ulrichsweb.com/ulrichsweb>), აგრეთვე ელექტრონული ტიპის სამეცნიერო ბაზებში (Web of Science Database). ჟურნალების უმეტესობა რეცენზირებულია, რაც ზოგადად ზრდის მათ მიმართ ნდობის ხარისხს. თუმცა, რეცენზირებული ჟურნალებიდან ზოგიერთი მათგანი სხვებზე უფრო პრესტიჟულად ითვლება. ჟურნალის პრესტიჟი რამდენიმე ფაქტორით განისაზღვრება, მათ შორის ჟურნალზე ხელმომწერთა რაოდენობით, სხვა ჟურნალებთან შედარებით მასში გამოსაქვეყნებლად უარყოფილი სტატიების პროცენტული მაჩვენებლით, ასევე ჟურნალის რეპუტაციით სამეცნიერო საზოგადოებაში. ძალზე მნიშვნელოვანია ჟურნალის პრესტიჟის რაოდენობრივი მაჩვენებლები, როგორცაა **ციტირების ინდექსი**. სამეცნიერო ციტირების ინდექსის ცნება 1960 წელს სამეცნიერო ინფორმაციის ინსტიტუტის (Institute for Scientific Information, ISI) დამაარსებელმა, იუჯინ გარფილდმა (Eugene Garfield) შემოიტანა. შემდგომში, ჟურნალის გავლენიანობის ხარისხის განსაზღვრის მიზნით დადგინდა სპეციალური მაჩვენებელი, ე.წ. **იმპაქტ-ფაქტორი**, რომელიც გამოითვლება ფორმულით:

$$IF=A/B,$$

სადაც **IF** იმპაქტ-ფაქტორია, **A** - ბოლო ორი წლის მანძილზე გამოქვეყნებულ სტატიებზე მიმდინარე წლის ციტირების რიცხვი, ხოლო **B** - ბოლო ორი წლის განმავლობაში გამოქვეყნებული სტატიების საერთო რაოდენობაა.

ჟურნალების იმპაქტ-ფაქტორები ყოველწლიურად ქვეყნდება ჟურნალში „Journal Citation Report“, რომელიც Thompson Scientific კორპორაციის პროდუქტს წარმოადგენს. დღეისათვის ის მოიცავს ინფორმაციას 60 ქვეყნის 9300 ჟურნალზე.

სამეცნიერო ჟურნალებს სხვადასხვა ტიპის ორგანიზაციები აქვეყნებენ: სხვადასხვა სახის საზოგადოებები, საუნივერსიტეტო გამომცემლობები და კომერციული საგამომცემლო კომპანიები. ერთერთ ყველაზე ცნობილ უცხოურ გამომცემლობად ითვლება „Oxford University Press“, „Elsevier“, „Biomed Central“, „Blackwell/Wiley“, „Macmillan“ და სხვა.

### **ელექტრონული რესურსები**

ბოლო წლების განმავლობაში ინტერნეტი სულ უფრო და უფრო დიდ მნიშვნელობას იძენს სამეცნიერო ინფორმაციის მოპოვების თვალსაზრისით, თუმცა ინტერნეტით ხელმისაწვდომი ინფორმაციის ხარისხი მნიშვნელოვნად მერყეობს მისი მოპოვების წყაროდან გამომდინარე. ასე მაგალითად, აკადემიური წყაროებიდან მიღებული ინფორმაცია უმეტესად სანდო და ზუსტია, მაშინ როდესაც საექვო წარმოშობის საიტებზე განთავსებული ინფორმაცია შეიძლება არასწორი, უზუსტო ან ყალბი აღმოჩნდეს. ამრიგად, ინტერნეტიდან ინფორმაციის მიღებისა და გამოყენების დროს გასათვალისწინებელია ინტერნეტ-წყაროს სანდოობა. უმჯობესია, რომ ეს წყაროები რეცენზირებული იყოს. სანდო, მაღალხარისხიანი სამეცნიერო ინფორმაციის მოპოვება შემდეგი ელექტრონული პლატფორმებითაა შესაძლებელი:

- **სპეციალიზირებული აკადემიური მონაცემთა ბაზები** (მაგალითად, Web of Science; PubMed; HubMed; BIOSIS) – სამეცნიერო ინფორმაციის კატალოგები, სადაც შესაძლებელია სამეცნიერო ჟურნალების და საკონფერენციო მასალების მოძიება. სასურველი ინფორმაციის მოპოვება სხვადასხვა ოპციით (მაგალითად ავტორის გვარის, სტატიის სახელწოდების, გამოცემის წლის ან საკვანძო სიტყვების მიხედვით) არის შესაძლებელი.
- **მონაცემთა ბანკები (Data Repositories ან Databanks)** - წარმოადგენს საიტებს, სადაც შენახულია გამოცემული ან გამოუქვეყნებელი სპეციალიზირებული სამეცნიერო ინფორმაცია. მონაცემთა ბანკების მაგალითებია „American Type Culture Collection“ (მონაცემები უჯრედული ხაზების შესახებ), „GenBank“ (დნმ სეკვენირების მონაცემთა ბაზა), „Protein Databank“ (განიხილავს ცილების სტრუქტურასა და თვისებებს), „ArrayExpress“ (ინფორმაცია მიკრომწკრივებზე), „Knowledge Network for Biocomplexity“ (მოიცავს ეკოლოგიის და ბიომრავალფეროვნების საკითხებს), „Global Populations Dynamics Database“ (მონაცემები ცხოველური და მცენარეული პოპულაციების შესახებ).
- **პორტალები (Gateways ან Portals)** - ინფორმაციის დამატებითი წყაროა. აქ თავმოყრილია სპეციალიზირებული, დარგების ექსპერტების მიერ შერჩეული და რეკომენდირებული სასწავლო ან კვლევითი ელექტრონული რესურსების კატალოგები. პორტალების მაგალითებია: უჯრედების სასიგნალო სისტემების პორტალი (Cell Signalling Gateway, <http://www.signaling-gateway.org/>), უჯრედთა მიგრაციის პორტალი (Cell Migration Gateway, <http://www.cellmigration.org/index.shtml>), ნეიროფიზიოლოგიის პორტალი (Neuroscience Gateway, <http://www.neuroscience-gateway.or>), Omics Gateway (<http://www.nature.com/omics/index.html>), “National Biodiversity Network” (<http://www.nbn.org.uk/>) და სხვა. პორტალებზე ხდება მოცემული თემატიკის ირგვლივ არსებული სხვადასხვა სახის ინფორმაციის (კვლევები,

სიახლეები, სამეცნიერო ღონისძიებები) შეჯამება. მაგალითად, უჯრედების სასიგნალო სისტემების პორტალი ხელმისაწვდომს ხდის რეცენზირებული ჟურნალებში არსებულ ინფორმაციას ბიოინფორმატიკის დარგში. ის მოიცავს ინფორმაციას 3500-ზე მეტ ცილაზე, რომლებიც უჯრედების სასიგნალო პროცესებში მონაწილეობენ, ასევე ინფორმაციას დნმ-ზე და ცილების სტრუქტურასა და ბიოქიმიურ თვისებებზე. ასევე საკმაოდ პოპულარულია ნაკლებად სპეციალიზირებული პორტალებიც, რომლებიც საგანმანათლებლო და კვლევითი მასალის საკმაოდ ფართო სპექტრს ფარავენ. ესენია, მაგალითად, „Intute“ (<http://www.intute.ac.uk>), „BUBL“ (<http://www.bubl.ac.uk>), „World Wide Web Virtual Library“ (<http://vlib.org/>).

- **სპეციალიზირებული საძიებო საიტები** (ბროუზერები), როგორცაა Google Scholar ან Scirus - არ ავრცელებენ ინფორმაციას არააკადემიური საიტების შესახებ და გვაწვდიან რეცენზირებულ ჟურნალებში გამოქვეყნებული სტატიების, თეზისების, წიგნების და სხვა სამეცნიერო ლიტერატურის ელექტრონულ მისამართებს. ასეთი სპეციალიზირებული ბროუზერების გამოყენება უფრო სანდოა, ხოლო მიღებული ინფორმაცია უფრო ზუსტი, ვიდრე არასპეციალიზირებული ბროუზერებით, მაგ. Google, Yahoo ან Yandex საშუალებით მოპოვებული ინფორმაცია.

მონაცემთა ბაზა	აღწერა
Biosis Previews	კატალოგში 6000-ზე მეტი ჟურნალია, რომლებიც ბიოლოგიური მეცნიერებების ყველა დარგს მოიცავს. შესაძლებელია სტატიების, მონოგრაფიების, საკონფერენციო მასალების, ტექნიკური დოკუმენტაციის დათვალიერება. კატალოგში მოიძიება 1969 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.
CAB Abstracts	ხელმისაწვდომს ხდის რეზიუმეებს 9000-ზე მეტი ჟურნალიდან სოფლის მეურნეობის, მეტყვევობის, ადამიანის კვების, ვეტერინარიისა და ბუნებრივი რესურსების კონსერვაციისა და მენეჯმენტის დარგში. მოიძიება 1910 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.
Cambridge Scientific Abstracts	მონაცემთა ბაზების კოლექცია, რომელიც ხელმისაწვდომს ხდის რეზიუმეებსა და ამონარიდებს ბიომედიცინის, ბიოტექნოლოგიის, ზოოლოგიის, ეკოლოგიის დარგში, ასევე სოფლის მეურნეობის და ვეტერინარიის ზოგიერთ საკითხში. მოიცავს 6000 დასახელების ჟურნალს, აგრეთვე საკონფერენციო მასალებს, ტექნიკურ დოკუმენტაციას, მონოგრაფიებს, წიგნებსა და პატენტებს. კატალოგში მოიძიება 1960 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.
Medline	რეზიუმეები ან სტატიები 4900 დასახელების ჟურნალიდან მედიცინის, სტომატოლოგიის და საექთნო საქმის დარგში. კატალოგში მოიძიება 1951 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.

PubMed	რეზიუმეები და სტატიები 5000 ბიოსამედიცინო პროფილის ჟურნალებიდან. კატალოგში მოიძიება 1950 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.
Science Direct	ხელმისაწვდომს ხდის სტატიების სრულ ტექსტს Elsevier გამომცემლობის 1800 ჟურნალიდან ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებების, მედიცინისა და ინჟინერიის დარგში, ასევე მოიცავს ლიტერატურას ბიზნესისა და მენეჯმენტის სფეროში, სოციალურ მეცნიერებებში. კატალოგში მოიძიება 1995 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.
Web of Science – Science Citation Index	რეზიუმეები და სტატიები 8700 დასახელების ჟურნალიდან ტექნოლოგიების, საბუნებისმეტყველო და ბიოსამედიცინო მეცნიერებების დარგში. კატალოგში მოიძიება 1900 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.
Zoological Records	პუბლიკაციები ზოოლოგიის და ცხოველთა შემსწავლელი მეცნიერებების დარგში. მოიცავს 4500 დასახელების ჟურნალს, ასევე წიგნებსა და საკონფერენციო მასალებს. კატალოგში მოიძიება 1978 წლიდან გამოქვეყნებული ლიტერატურა.

როგორც უკვე ავლინებთ, ელექტრონული რესურსებიდან მოპოვებული ინფორმაცია შეიძლება იყოს მოძველებული, არაზუსტი ან არსებითად მცდარი. ასეთი არასანდო რესურსის მაგალითს წარმოადგენს პოპულარული Wikipedia - ელექტრონული ენციკლოპედია, რომელიც ფართო სპექტრის თემატიკას ფარავს. Wikipedia-ს შემთხვევაში არ არსებობს მასალის რედაქტირების ან ხარისხის შეფასების მექანიზმი, ამიტომაც ის მიუღებელი სამეცნიერო მიზნებისათვის.

### დარგობრივი ლიტერატურის მოძიება

კვლევითი ან საგანმანათლებლო საქმიანობის წარმართვა წარმოუდგენელია სპეციფიკური ხასიათის ინფორმაციის მოძიების გარეშე. ლიტერატურაზე მუშაობა და სხვადასხვა სახის ინფორმაციის მოძიება კვლევის ყველა ეტაპზე მიმდინარეობს. თუ თქვენ არ გაქვთ საკმარისი ცოდნა დასმული პრობლემის შესახებ, საჭიროა ზოგადი ინფორმაციის მოძიება. თუ თქვენი საბაზისო ცოდნა საკმარისია და უფრო მეტად კონკრეტული ინფორმაცია გაინტერესებთ (მაგალითად, კვლევის მეთოდი ან რომელიმე ნაერთის სტრუქტურა), საძიებელია შესაბამისი ინფორმაციის შემცველი რესურსი. მაშასადამე, ნებისმიერი ლიტერატურული წყაროს ძიების წინ თქვენ პასუხი უნდა გასცეთ შემდეგ კითხვებს:

1. რისთვის მჭირდება შესაბამისი ლიტერატურა?
2. რა სახის ინფორმაციას ვეძებ?
3. რა საშუალებები უნდა გამოვიყენო ჩემთვის საინტერესო ინფორმაციის მოსაძიებლად?

ლიტერატურის მოძიება უნდა იყოს ეფექტური, რაც ნიშნავს, რომ თქვენ უნდა შეძლოთ უმოკლეს ვადაში დაამუშავოთ ინფორმაციის დიდი მოცულობა და ამორჩიოთ ყველაზე რელევანტური საინფორმაციო წყარო. ამისათვის კი სამი პირობის შესრულებაა საჭირო:

- თქვენი საქმიანობა უნდა იყოს სისტემატიზირებული, რაც იმას ნიშნავს რომ ის ლოგიკური ნაბიჯებისგან უნდა შედგებოდეს, ხოლო სამუშაოს შესრულებას მისი დაგეგმვა უნდა უსწრებდეს წინ;
- თქვენი ძიება უნდა იყოს ყოველმხრივი და ამომწურავი, რაც იმის გარანტია, რომ არ გამოტოვებთ მნიშვნელოვან ინფორმაციას;
- ყურადღებით ამოირჩიეთ ინფორმაციის წყარო, გამოიყენეთ მხოლოდ მაღალხარისხიანი და სანდო საინფორმაციო რესურსები.

ლიტერატურის ეფექტურად გამოყენების უნარებიდან ერთ-ერთი გადამწყვეტია ავტორიტეტული რესურსი არასანდო ინფორმაციის წყაროსაგან გარჩევის უნარი. გამოყენებული ინფორმაციის წყაროს სანდოობის დადგენა რამოდენიმე კრიტიკულ კითხვაზე პასუხის გაცემით არის შესაძლებელი. ეს კითხვებია:

- *არის თუ არა წარმოდგენილი მასალა ზუსტი?* ინფორმაციის სიზუსტე მარტივად შესამოწმებელი უნდა იყოს, რისთვისაც მას უნდა ერთვოდეს ინფორმაციის ორიგინალური წყარო.
- *რამდენად თანამედროვეა და განახლებული მოწოდებული ინფორმაცია?* მრავალი ინტერნეტ-რესურსი წლების განმავლობაში არ ახლდება და მოძველებულ ინფორმაციას გვაწვდის.
- *ვინ არის მოწოდებული ინფორმაციის ავტორი და როგორია მისი კვალიფიკაცია?* ავტორების რეპუტაციის და კვალიფიკაციის დადგენა შესაძლებელია სხვადასხვა გზით, მათ შორის სხვა წყაროებში მოცემული პუბლიკაციების საფუძველზე.
- *ვინ არის ინფორმაციის გამომცემელი/მიმწოდებელი?* ამ თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი მახასიათებელია ინტერნეტ-გვერდის URL (დომენური სახელი, საიტის მისამართი). ასე მაგალითად, URL დაბოლოებით *.com* კომერციულ საიტებს ეკუთვნის; დაბოლოებით *.org* - არაკომერციულ ორგანიზაციას; *.gov* ან *.gov.uk* სამთავრობო სტრუქტურებს აღნიშნავს; *.edu* აკადემიურ დაწესებულებებს ეკუთვნის. არაკომერციული ორგანიზაციები, სამთავრობო და აკადემიური სტრუქტურები ინფორმაციის უფრო სანდო წყაროდ ითვლება.
- *არის თუ არა ინფორმაცია ობიექტური?* მოწოდებული ინფორმაცია უნდა იყოს დაბალანსებული, მიუკერძოებელი და ობიექტური, რისი გადამოწმებაც შესაძლებელი უნდა იყოს სხვა სანდო წყაროების მეშვეობით. ეს განსაკუთრებით ეხება ისეთ „საკამათო“ საკითხებსა და პრობლემებს, როგორცაა, მაგალითად, ღეროვანი უჯრედების ტექნოლოგიები ან გენმოდიფიცირებული ორგანიზმების გამოყენება. ამ შემთხვევაში, საიტის მიზნებიდან გამომდინარე, მკითხველი შეიძლება აღმოჩნდეს ტენდენციური, შეზღუდული ან მცდარი ინფორმაციის მიღების საფრთხის წინაშე. შეიძლება სხვა მაგალითების მოყვანაც: მაგალითად, საკუთარი პროდუქციის პოპულარიზაციით დაინტერესებული ფარმაცევტული კომპანია შესაძლოა ტენდენციურ და არაზუსტ ინფორმაციას იძლეოდეს; სამთავრობო საიტი შეიძლება საკუთარ ვებ-გვერდს საზოგადოებრივი აზრის ფორმირებისათვის იყენებდეს და ა.შ.

სამეცნიერო სტატიის შეფასების სტანდარტული კრიტერიუმები (გამოყენებულია მასალა სახელმძღვანელოდან „Communication Skills for the Biosciences: A graduate guide”, by A.Divan, Oxford University Press, 2009).

## კვლევის პრეზენტაცია და ნაშრომის პუბლიკაცია. სამეცნიერო სტატია.

სამეცნიერო მონაცემების აღწერა ევალება ყველას, ვისთვისაც მეცნიერება პროფესიაა. თუმცა წერა მეცნიერებს არც თუ ისე ძალიან უყვართ. როგორც ჩარლზ დარვინმა თქვა: „ნატურალისტის ცხოვრება გაცილებით უფრო ბედნიერი იქნება, მას რომ მხოლოდ დაკვირვება და არა წერაც ევალებოდეს“. კარგი კვლევის საფუძველზე ცუდად დაწერილი სტატია ხშირად აფერხებს მონაცემების პუბლიკაციას. ეს განსაკუთრებით უცხოურ მაღალრეიტინგულ ჟურნალებში პუბლიკაციებს ეხება.

### რა არის სამეცნიერო ნაშრომი?

ცნება „სამეცნიერო ნაშრომი“ გულისხმობს ორიგინალური სამეცნიერო მასალის გამოქვეყნებას შესაბამისი პროფილის ჟურნალებში სტანდარტული ფორმის დაცვით. უფრო ფართო გაგებით, სამეცნიერო ნაშრომი ასევე მოიცავს ყველა სახის სამეცნიერო-პროფესიულ კომუნიკაციას, როგორცაა საკონფერენციო და სასემინარო წერითი და ორალური პრეზენტაციები, პოსტერები, საგრანტო წინადადებები და სხვა.

### სამეცნიერო სტატია

სამეცნიერო სტატია ეს არის კვლევის აღწერილი და გამოქვეყნებული შედეგები. სამეცნიერო სტატიის გარდა შესაძლებელია სამეცნიერო ნაშრომის წარმოდგენა რეზიუმეს, თეზისის, საკონფერენციო მოხსენების და სხვა სახით.

სამეცნიერო სტატია უნდა მოიცავდეს ინფორმაციას, რომელიც საკმარისია 1) ექსპერიმენტის შესაფასებლად; 2) ექსპერიმენტის გამეორებისათვის; 3) „ინტელექტუალური პროცესის“ შესაფასებლად, რაც გულისხმობს მიღებული მასალის და მის საფუძველზე გაკეთებული დასკვნების შეფასებას.

### სამეცნიერო სტატიაზე მუშაობისას ეთიკის ნორმების დაცვა

სამეცნიერო სტატიის დაწერისას და პუბლიკაციის დროს, ასევე ნებისმიერი სახის სამეცნიერო კვლევის ჩატარებისას მკვლევარმა უნდა გაითვალისწინოს ამ დარგის შესაბამისი ყველა ეთიკური ნორმა. თითქოს დღესავით ნათელია, რომ პუბლიკაციაში აღწერილი კვლევა რეალურად უნდა იყოს ჩატარებული, თუმცა არსებობს შემთხვევები, როდესაც ავტორები სტატიებს ექსპერიმენტების ჩატარების გარეშე აქვეყნებენ. ცხადია, ასეთი „**ფაბრიკაციები**“ არაეთიკურია. ასევე მიუღებელია **ფალსიფიკაცია** - ექსპერიმენტული პირობების ან მონაცემების გაყალბება, მონაცემების დამალვა სასურველი დასკვნის დასადასტურებლად, მიღებული შედეგების განხილვისგან თავის არიდება, თუ ისინი წინააღმდეგობაშია ავტორისმიერ ინტერპრეტაციასთან. ძალიან მნიშვნელოვანია კვლევებში დეტალურად აღწეროს გამოყენებული სტატისტიკური ანალიზის მეთოდები, რაც დაადასტურებს მონაცემები სარწმუნოობას.

ორიგინალური სამეცნიერო სტატიის პირველად სამეცნიერო ჟურნალში გამოქვეყნება მხოლოდ ერთხელ არის შესაძლებელი. ყველა პირველადი სამეცნიერო ჟურნალის

მოთხოვნაა, რომ სტატიის ხელნაწერი იყოს ორიგინალური და პუბლიკაციამდე არსად არ იყოს გამოქვეყნებული. სტატიის რედაქცია არ მისცემს ავტორს წარმოდგენილი სტატიის ან მისი მნიშვნელოვანი ნაწილის ხელმეორე პუბლიკაციის უფლებას სხვა ჟურნალში, რომელიც ასევე პირველად წყაროს წარმოადგენს. დასაშვებია სტატიის ფრაგმენტების, მაგალითად, გრაფიკების, ცხრილების, სურათების, ან თუნდაც სრული სტატიის ხელმეორედ გამოქვეყნება მხოლოდ მეორად სამეცნიერო ლიტერატურაში. სტატიის უნებართვო განმეორებითი გამოქვეყნება (dual publication) ორ ან რამოდენიმე პირველად ჟურნალში არაეთიკურია და სამეცნიერო საზოგადოებაში მიუღებელი ფაქტია. ეს შეიძლება მოხდეს იმ შემთხვევაში, თუ ავტორები გამოსაქვეყნებელ სტატიას რამოდენიმე ჟურნალში წარადგენენ და ამ ფაქტს ჟურნალის რედაქციას დაუმალავენ. ერთი და იგივე მასალის ან იდეის რამდენჯერმე გამოქვეყნება ლოკალურ ან უცხოურ ჟურნალებში **სამეცნიერო „სტერილურობაზე“** (scientific sterility) და თვითრეკლამაზე მიუთითებს. საკუთარი თავის გამეორება ანუ **თვითპლაგიატიზმი** (self-plagiarism) სამეცნიერო ობიექტურობის დეფიციტის ნიშანია. ყველა შემთხვევაში, როგორც ავტორი, ისე ის დაწესებულება, სადაც მოცემული კვლევა ჩატარდა, რეპუტაციის სერიოზული შელახვის საფრთხის წინაშე დგება. სამეცნიერო სტატიის ავტორს ნაშრომის გაგზავნა სხვა ჟურნალში შეუძლია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სასურველი ჟურნალი არ მიიღებს სამეცნიერო სტატიას. თუ სტატიაში მოყვანილია აზრები ან სიტყვები, რომლების ავტორს არ ეკუთვნის, ის ვალდებულია მიუთითოს ციტირების წყარო. წინააღმდეგ შემთხვევაში ეს **პლაგიატიზმი** იქნება.

### სამეცნიერო სტატიის სტრუქტურა

სრულყოფილი სამეცნიერო სტატია უნდა იყოს ლოგიკურად და ეფექტურად სტრუქტურირებული. სამეცნიერო სტატიის წერა მოითხოვს სამუშაოს წინასწარ დაგეგმვას და ნაშრომის მომზადებისათვის საჭირო დროის განსაზღვრას. დასრულებულ სტატიას აუცილებლად ესაჭიროება საბოლოო კორექტირება.

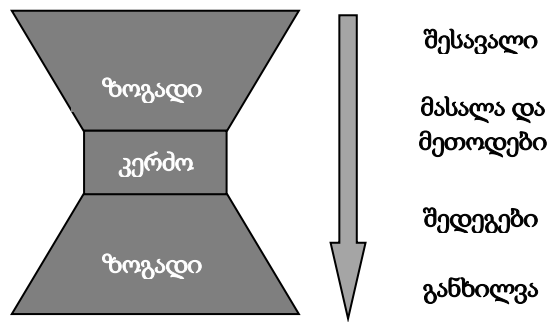
სამეცნიერო სტატიის სტრუქტურირება მის მკაფიოდ გამიჯნულ ნაწილებად დაყოფას გულისხმობს. როგორც წესი, სამეცნიერო სტატია შემდეგ ნაწილებს მოიცავს: შესავალი (Introduction), მეთოდები და მასალა (ან მეთოდები) (Materials and Methods ან Methods), შედეგები (Results) და შედეგების განხილვა (Discussion) (ე.წ. **IMRAD სტრუქტურა**). ზოგჯერ აკრონიმს IMRAD წინ ასო A (აბსტრაქტი) ემატება (**AIMRAD**). IMRAD ფორმატი მარტივ ლოგიკას გულისხმობს: სტატიის ნაწილები პასუხობენ კვლევასთან დაკავშირებულ ბუნებრივ კითხვებს. პირველი შეკითხვა, რომელიც მკითხველს უჩნდება, ავტორის მიერ დასმულ პრობლემას უკავშირდება. შეკითხვას შესავალი პასუხობს. შემდეგი კითხვაა, თუ როგორ იქნა შესწავლილი პრობლემა. შეკითხვაზე პასუხს მასალებისა და მეთოდების ნაწილი შეიცავს. რა არის ძირითადი შედეგები და აღმოჩენები? პასუხი შედეგების ნაწილშია თავმოყრილი. რას შეიძლება ნიშნავდეს მიღებული შედეგები? პასუხი შედეგების განხილვის ნაწილშია გადმოცემული. IMRAD სტრუქტურა უკვე მრავალი წლის განმავლობაში გამოიყენება, თუმცა ბოლო პერიოდში ზოგიერთი ჟურნალი სხვა ალტერნატიულ სტრუქტურებს ანიჭებს უპირატესობას. ასე მაგალითად, ჟურნალი „Cell“ ავტორებს სახეცვლილ IMRAD სტრუქტურას სთავაზობს, სადაც მეთოდების აღწერა სტატიის ბოლოშია მოყვანილი. ზოგიერთ ჟურნალში მეთოდების აღწერა ცხრილების ქვემოთ წარმოდგენილ წარწერებში ხდება.

ნაწილი	მოკლე არწერა
--------	--------------

სათაური Title	მოკლე და ინფორმაციული სათაური, რომელიც სტატიის შინაარსს გამოხატავს
ავტორთა ჩამონათვალი Authors	ავტორთა სახელები და საკონტაქტო ინფორმაცია
საკვანძო სიტყვები Key Words	სიტყვები ან ფრაზები, რომლებიც ასოცირებულია მოცემულ კვლევასთან და გამოიყენება სტატიის ინდექსირებისათვის
რეზიუმე Summary	სტატიის მოკლე შინაარსი კვლევის მიზნების და ამოცანების, გამოყენებული მეთოდების, მიღებული შედეგებისა და დასკვნების ზოგადი აღწერით
შესავალი Introduction	მოცემული კვლევის დასაბუთება, ნაშრომის მიზნებისა და ამოცანების ჩამოყალიბება, მოცემული თემის ირგვლივ არსებული ლიტერატურის მიმოხილვა.
მასალა და მეთოდები Methods	კვლევაში გამოყენებული მასალის და მეთოდების დეტალური აღწერა.
შედეგები Results	მიღებული მონაცემების დახასიათება და მათი ვიზუალიზაცია შესაბამისი ილუსტრაციებით (სურათები, გრაფიკები, ცხრილები).
დისკუსია Discussion	ძირითადი დასკვნების შეჯამება, შედეგების კრიტიკული შეფასება და მათი შედარება ადრე გამოქვეყნებულ მონაცემებთან; ნაშრომის პრაქტიკული ან თეორიული მნიშვნელობის შეფასება და რეკომენდაციები მომავალი კვლევებისათვის.
მადლობა Acknowledgements	კვლევებში პირდაპირი თუ არაპირდაპირი გზით მონაწილე მკვლევარების, ინსტიტუტების და ლაბორატორიების მოხსენიება; კვლევის დაფინანსების დეტალები.
გამოყენებული ლიტერატურა References	სტატიის ტექსტში ციტირებული ლიტერატურის სია.
დამატებითი ინფორმაცია Additional Information	დამახასიათებელია ელექტრონულ ჟურნალებში გამოქვეყნებული სტატიებისათვის. მოიცავს მასალას, რომელიც უადვილებს მკითხველს კვლევის არსის გაგებას.

სამეცნიერო სტატიის ძირითადი ნაწილები და მათი მოკლე დახასიათება.

სამეცნიერო სტატია ეს არის ტექსტი, რომელიც იდეები ორგანიზებულია პრინციპით: **ზოგადი-კერძო-ზოგადი (general-specific-general, GSG).**



შესავალი და განხილვა განზოგადოებულ ინფორმაციას შეიცავს, მაშინ როდესაც მეთოდების და შედეგების ნაწილი უფრო სპეციფიკურია.

### საჭირო რესურსები

1. Brimley Norris C. **Academic Writing in English**. Language Services, University of Helsinki, 2006
2. Day R.A., Gastel B. **How to Write and Publish a Scientific Paper**. Greenwood Press, 2006
3. Divan A. **Communication skills for the Biosciences**. A graduate guide. Oxford University Press, 2009
4. Kazdin A.E. **Research Design in Clinical Psychology**. (4<sup>th</sup> ed), Boston, Allyn & Bacon, 2003
5. Marczyk J., DeMatteo D., Festinger D. **Essentials of Research Design and Methodology**. JohnWiley & Sons. Inc., 2005
6. Myers J.L, Well A.D., Lorch. R.F. Jr. **Research design and Statistical Analysis**. Taylor & Francis group. 2010
7. Russell, W.M.S. and Burch, R.L. **The Principles of Humane Experimental Technique**. Methuen, London, 1959.
8. Serlin R.C. **Hypothesis testing, theory building, and the philosophy of science**. Journal of Counseling Psychology, 34, 365-371, 1987
9. Sabine Landau, Brian S. Everitt. **A Handbook of Statistical Analyses using SPSS**. Chapman & Hall/CRC Press, 2004  
[http://www.fondknig.com/2010/07/19/Discovering\\_Statistics\\_Using\\_SPSS\\_primery.html](http://www.fondknig.com/2010/07/19/Discovering_Statistics_Using_SPSS_primery.html)
10. John H. McDonald. **Handbook of Biological Statistics**. John H. McDonald.2008
11. Paul D. Leedy, Jeanne E. Ormrod. **Practical Research: Planning and Design** (9th Edition). Pearson Education International. 2009
12. William R. Yount. **Research Design & Statistical Analysis in Christian Ministry**. 4th Edition, Fort Worth, Texas. 2006,  
<http://www.napce.org/yount.html>
13. Andy Field. **Discovering Statistics Using SPSS**. (3<sup>rd</sup> ed), SAGE Publications Inc.2009
14. Deborah Rumsey. **Intermediate Statistics For Dummies**. Wiley Publishing, Inc. 2007
15. Lloyd R. Jaisingh. **Statistics for Uterly Confused**. McGraw-Hill.2000
16. Yogesh Kumar Singh. **Fundamental of Research Methodology**. New Age International (P) Ltd., Publishers. 2006 <http://www.scribd.com/doc/67420062/Fundamental-of-Research-Methodology>
17. **Writing in the Life Sciences – A Critical Thinking Approach**  
<http://www.oup.com/us/companion.websites/9780195170467/student/handouts/?view=usa>
18. James H. Collier, David M. Toomey. **Scientific and Technical Communication: Theory, Practice, and Policy** (Digital Edition). <http://www.faculty.english.vt.edu/Collier/stc/index.htm>

19. **Getting Started in Science.** *The interactive research resource for bioscience students*  
[http://www.engageinresearch.ac.uk/section\\_1/getting\\_started\\_in\\_science.shtml](http://www.engageinresearch.ac.uk/section_1/getting_started_in_science.shtml)
20. Davide S. Moore, George P. McCabe, Bruce Craig. **Introduction to the Practice of Statistics. e-Book with on-line quizzes.** 7<sup>th</sup> Edition. W.H. Freeman And Company, NY, 2010.  
<http://bcs.whfreeman.com/ips7e/>
21. Scientific Poster Design-<http://www.cns.cornell.edu/documents/ScientificPosters.pdf>
22. **Research Basics.** A beginners guide on key concepts of the Scientific Method, Science, Research and Experiments. <http://explorable.com/>