

Дәріс 3. Орташа шамалар және вариация көрсеткіштері

Орташа арифметикалық, медиана, мода ұғымдары енгізіледі. Вариация сипаттамалары: дисперсия, стандартты ауытқу (σ), вариация коэффициенті (Cv). Мысал: өсімдік биіктігінің орташа мәні мен стандартты ауытқуын есептеу.

Биология ғылымында зерттеу нәтижелері әрқашан бірдей болмайды, өйткені тірі организмдер табиғатынан өзгергіш. Бір популяциядағы даралардың бойы, массасы, жапырақ ауданы, ұрық саны немесе фермент белсенділігі әртүрлі болуы мүмкін. Бұл айырмашылықтар – табиғи биологиялық вариацияның көрінісі. Сондықтан зерттеуші үшін жекелеген мәндерден гөрі деректердің жалпы бейнесін көру маңызды. Осы мақсатта биостатистикада орташа шамалар мен вариация көрсеткіштері қолданылады. Бұл екі ұғым – биологиялық деректерді талдаудың және олардың ішкі заңдылықтарын анықтаудың негізгі құралы болып табылады.

Орташа шамалар зерттелетін белгінің жалпы деңгейін немесе «орталық тенденциясын» сипаттайды. Яғни деректер жиынындағы барлық мәндер қандай бір орта нүктенің маңында шоғырланатынын көрсетеді. Мысалы, егер біз өсімдіктердің биіктігін өлшесек, әр дараның мәні сәл айырмашылықпен өзгеше болады, бірақ олардың барлығы орта шаманың төңірегінде орналасады. Бұл орта мән – популяцияның орташа биіктігін, яғни бүкіл топтың сипаттамасын бейнелейді.

Ең жиі қолданылатын көрсеткіш – орташа арифметикалық шама. Ол барлық өлшеу нәтижелерін қосып, бақылау санына бөлу арқылы табылады. Мысалы, егер бес өсімдіктің биіктігі 42, 45, 46, 47 және 50 сантиметр болса, онда орташа биіктік олардың қосындысын беске бөлу арқылы есептеледі. Бұл жағдайда орташа шамасы 46 сантиметр болады. Орташа арифметикалық шама деректердің негізгі деңгейін көрсетеді және биологиялық құбылыстарды салыстыру үшін қолданылады. Мысалы, әртүрлі топтардағы өсімдіктердің биіктігі немесе массасы бойынша айырмашылықтарды анықтау кезінде әр топтың орташа мәні есептеледі.

Дегенмен кейде деректердің арасында өте үлкен немесе өте кіші мәндер кездеседі, олар орташа арифметикалық шаманы бұрмалауы мүмкін. Мұндай кезде медиана көрсеткіші қолданылады. Медиана – барлық мәндерді өсу ретімен орналастырғанда дәл ортасында орналасқан мән. Егер бақылаулар саны тақ болса, ортасында тұрған бір мән алынады, ал жұп болса – екі орталық мәндің орташа шамасы есептеледі. Мысалы, өсімдік биіктігі 40, 42, 45, 46 және 120 сантиметр болса, орташа арифметикалық мән 58,6 сантиметр болады, бірақ медиана 45 сантиметрге тең. Бұл мысалда медиана нақты жағдайды жақсы сипаттайды, себебі бір ерекше үлкен мән жалпы орташа шаманы көтеріп жіберген.

Тағы бір маңызды көрсеткіш – мода. Мода дегеніміз – жиілігі ең жоғары, яғни деректердің ішінде ең көп қайталанатын мән. Мысалы, өсімдік биіктігі 44, 45, 45, 47 және 50 сантиметр болса, мода 45 сантиметр болады, өйткені бұл мән екі рет кездеседі. Мода көбінесе дискретті немесе категориялық деректерді сипаттауда қолданылады, мысалы, белгілі бір гүл түсінің немесе жапырақ пішінінің жиілігін бағалауда.

Орташа шамалар белгілердің орталық деңгейін көрсетсе, вариация көрсеткіштері даралар арасындағы айырмашылықтың шамасын сипаттайды. Табиғатта бір популяция ішіндегі даралардың бәрі бірдей болмайды, сондықтан бұл айырмашылықты сандық түрде бағалау қажет. Вариация көрсеткіштері деректердің орташа шамадан қаншалықты таралғанын анықтайды.

Ең қарапайым вариация көрсеткіші – размах вариации, яғни ең үлкен және ең кіші мәндердің айырмасы. Мысалы, егер өсімдік биіктігі 40 пен 48 сантиметр аралығында болса, онда размах вариации 8 сантиметрге тең. Бұл көрсеткіш жалпы таралу ауқымын көрсетеді, бірақ ол тек екі мәнге негізделгендіктен, нақты бейнені бермейді.

Даралар арасындағы айырмашылықты неғұрлым нақты бағалау үшін дисперсия және стандартты ауытқу қолданылады. Дисперсия – бұл әрбір жеке мәнің орташа шамадан қаншалықты ауытқығанын квадраттап, олардың орташа шамасын есептеу арқылы алынатын көрсеткіш. Егер дисперсия үлкен болса, бұл популяцияда даралар бір-бірінен қатты ерекшеленетінін білдіреді. Мысалы, өсімдік биіктіктері 42, 45, 46, 47 және 50 сантиметр болғанда орташа мән 46, ал дисперсия шамамен 8,5-ке тең.

Дисперсия өлшем бірлігінің квадратымен есептелетіндіктен, оны түсіндіру кейде қиын. Сол себепті тәжірибеде стандартты ауытқу жиі пайдаланылады. Стандартты ауытқу – дисперсияның квадрат түбірі. Ол деректердің орташа шамадан орта есеппен қаншалықты ауытқитынын көрсетеді. Егер стандартты ауытқу аз болса, онда популяция даралары біртектес; ал үлкен болса, даралар арасындағы айырмашылық айқын. Алдыңғы мысалда стандартты ауытқу шамамен үш сантиметрге тең, яғни өсімдіктердің басым бөлігі орташа мәннен үш сантиметр шегінде ауытқиды деген сөз.

Кей жағдайларда зерттеуші әртүрлі белгілердің өзгергіштігін салыстыруға мәжбүр болады. Бірақ бұл белгілердің өлшем бірліктері әртүрлі болуы мүмкін: мысалы, бір белгі сантиметрмен, екіншісі граммен өлшенеді. Мұндайда вариация коэффициенті қолданылады. Бұл көрсеткіш стандартты ауытқудың орташа шамамен қатынасына тең және пайызбен көрсетіледі. Ол салыстырмалы өзгергіштікті көрсетеді. Егер вариация коэффициенті 10 пайыздан аз болса, популяция біртектес, 10–20 пайыз аралығында болса – орташа вариация, ал 20 пайыздан жоғары болса – жоғары вариация деп есептеледі. Мысалы, егер өсімдіктердің орташа биіктігі 46 сантиметр, ал стандартты ауытқуы үш сантиметр болса, онда вариация коэффициенті шамамен 6,5 пайызға тең. Бұл төмен вариация деңгейін көрсетеді.

Биологияда вариация тек статистикалық емес, сонымен қатар эволюциялық тұрғыдан да маңызды. Даралар арасындағы айырмашылықтар популяцияның бейімделу мүмкіндігін арттырады. Егер барлық даралар бірдей болса, сыртқы орта жағдайлары өзгергенде бейімделу мүмкіндігі төмендейді. Ал жоғары вариация генетикалық және морфологиялық әртүрліліктің негізі болып табылады, бұл табиғи сұрыпталудың материалдық базасын қамтамасыз етеді (Falconer & Mackay, 1996).

Биостатистикалық есептерде орташа шамалар мен вариация көрсеткіштері әдетте бірге қолданылады. Орташа мән белгінің орталық тенденциясын көрсетсе, стандартты ауытқу мен вариация коэффициенті сол белгінің таралу дәрежесін анықтайды. Бұл екі көрсеткіштің үйлесімді талдауы зерттеліп отырған биологиялық жүйенің ішкі құрылымын терең түсінуге мүмкіндік береді.

Мысалы, егер екі өсімдік популяциясының орташа биіктігі бірдей болса, бірақ біреуінің стандартты ауытқуы 2 сантиметр, ал екіншісінікі 10 сантиметр болса, онда екінші популяциядағы даралар әлдеқайда әртектес және ол экологиялық жағдайлардың кең ауқымына жақсы бейімделе алады. Осылайша, вариация биологиялық тұрақтылық пен бейімделудің негізгі көрсеткіші болып саналады.

Ғылыми есептер мен мақалаларда нәтижелер көбіне орташа мән мен стандартты ауытқу түрінде жазылады, мысалы, «өсімдік биіктігі $44 \pm 3,8$ см». Мұнда бірінші сан – орташа мән, ал екінші сан – стандартты ауытқу. Бұл жазылым зерттелген даралардың орта есеппен 44 сантиметр биікте екенін және олардың шамамен үш жарым сантиметрге ауытқитынын көрсетеді.

Орташа шамалар мен вариация көрсеткіштерін есептеу тек теориялық маңызы бар ұғымдар емес, олар тәжірибелік биология, экология, медицина, физиология және генетика салаларында күнделікті қолданылады. Олар арқылы зерттеушілер популяцияның құрылымын сипаттайды, экологиялық факторлардың әсерін бағалайды, генетикалық әртүрлілікті анықтайды және тәжірибелік мәліметтердің сенімділігін тексереді.

Қорыта айтқанда, орташа шамалар – деректердің орталық тенденциясын, ал вариация көрсеткіштері – олардың таралу дәрежесін сипаттайды. Бұл көрсеткіштер биологиялық деректердің математикалық моделін құруда және табиғи құбылыстардың заңдылықтарын сандық тұрғыдан дәлелдеуде шешуші рөл атқарады. Орташа және вариациялық сипаттамаларды дұрыс түсініп, есептей білу – кез келген биолог пен экологтың кәсіби дағдыларының негізі.

Пайдаланылған әдебиеттер:

Zar, J. H. Biostatistical Analysis. Pearson, 2010.

Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. Introduction to Biostatistics. Freeman, 2012.

Fisher, R. A. The Design of Experiments. Oliver & Boyd, 1935.

Quinn, G. P., & Keough, M. J. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press, 2002.

Fowler, J., Cohen, L., & Jarvis, P. Practical Statistics for Field Biology. Wiley-Blackwell, 2013.

Crawley, M. J. The R Book. Wiley, 2013.

Falconer, D. S., & Mackay, T. F. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, 1996.

Magurran, A. E. Measuring Biological Diversity. Blackwell, 2004.