

Дәріс 7. Гипотеза және оны тексеру

Негізгі (H_0) және баламалы (H_1) гипотеза ұғымдары. t -тест, χ^2 -критерий және ANOVA әдістері арқылы гипотезаны тексеру. Мысал: екі түрлі тыңайтқыштың әсерін салыстыру.

Ғылыми зерттеу — тек бақылау мен өлшеу емес, сонымен бірге алынған нәтижелердің мағынасын түсіндіру және олардың шынайылығын дәлелдеу процесі. Биология мен экологияда зерттелетін көптеген құбылыстар күрделі және көп факторлы болғандықтан, байқалған айырмашылық немесе байланыс кездейсоқ па, әлде шын мәнінде бар ма деген сұрақ туындайды. Осы сұраққа жауап беру үшін статистикада гипотезаны тексеру әдісі қолданылады. Бұл тәсіл биологиялық деректердің ғылыми сенімділігін бағалауға мүмкіндік береді.

Гипотеза — зерттеушінің белгілі бір құбылыс немесе фактор туралы жасаған ғылыми болжамы. Ол тәжірибелік немесе бақылау деректері арқылы тексеріледі. Кез келген гипотеза белгілі бір сұраққа жауап береді: мысалы, «тыңайтқыш өсімдіктің өсуін арттыра ма?», «жыныстар арасында айырмашылық бар ма?», «екі популяцияның генетикалық құрылымы бірдей ме?». Гипотеза тек болжам ретінде емес, статистикалық тұрғыдан тексерілетін мәлімдеме ретінде қарастырылады.

Гипотезаның екі негізгі түрі бар: негізгі (H_0) және баламалы (H_1). Негізгі немесе нөлдік гипотеза H_0 деп белгіленеді және ол топтар немесе құбылыстар арасында айырмашылық жоқ деген пікірді білдіреді. Яғни, барлық байқалған өзгерістер тек кездейсоқ ауытқулардың нәтижесі деп есептеледі. Баламалы гипотеза H_1 — айырмашылық бар, яғни фактор немесе жағдай нақты әсер етеді деген пікір. Зерттеуші бастапқыда H_0 гипотезасын шын деп қабылдайды және тек статистикалық дәлелдер жеткілікті болған жағдайда ғана оны жоққа шығарады.

Мысалы, егер зерттеу екі түрлі тыңайтқыштың өсімдік биіктігіне әсерін салыстыруға арналса, онда негізгі гипотеза H_0 : «екі тыңайтқыштың әсері бірдей, айырмашылық жоқ» деп тұжырымдалады. Баламалы гипотеза H_1 : «тыңайтқыштардың әсері әртүрлі» деп құрылады. Егер эксперимент нәтижесінде айырмашылық статистикалық тұрғыдан маңызды болса, H_0 қабылданбайды, ал H_1 қабылданады.

Гипотезаны тексеру кезінде шешім қабылдау барысында қателіктер болуы мүмкін. Сондықтан статистикада екі негізгі қате түрі ажыратылады. I типті қате (α) — айырмашылық жоқ болса да, бар деп шешім қабылдау, яғни H_0 дұрыс болғанымен, оны қабылдамай тастау. II типті қате (β) — айырмашылық бар болса да, оны байқамау, яғни H_0 жалған болғанымен, оны қате түрде қабылдау. Зерттеушілер әдетте I типті қатенің ықтималдығын 5% деңгейден асырмайды ($\alpha = 0,05$). Бұл дегеніміз, 95% жағдайда шешім дұрыс қабылданады, ал 5% жағдайда кездейсоқ қателік мүмкін.

Гипотезаны тексерудің нәтижесінде p -мәні (p -value) есептеледі. Бұл мән бақылаған айырмашылықтың кездейсоқ түрде пайда болу ықтималдығын

көрсетеді. Егер $p < 0,05$ болса, айырмашылық кездейсоқ емес, шынайы әсердің нәтижесі деп есептеледі. Ал $p \geq 0,05$ болса, айырмашылық статистикалық тұрғыдан маңызды емес және H_0 қабылданады. Мысалы, тыңайтқыштардың әсерін зерттеу кезінде $p = 0,02$ болса, бұл 2% жағдайда айырмашылық кездейсоқ болуы мүмкін дегенді білдіреді, ал 98% жағдайда айырмашылық нақты фактордың әсерінен болған.

Биологиялық деректердің ерекшелігіне қарай гипотезаны тексерудің әртүрлі әдістері қолданылады. Ең кең таралғандары — t-тест, хи-квадрат (χ^2) критерийі, және дисперсиялық талдау (ANOVA).

t-тест (Student's t-test) — екі топтың орташа мәндерін салыстыруға арналған әдіс. Мысалы, тыңайтқыш А және тыңайтқыш В қолданылған екі топ өсімдіктің орташа биіктігімен салыстырылады. t-тест деректердің айырмашылығы кездейсоқ па, әлде нақты ма екенін бағалайды. Егер екі топтың орташа мәндері бір-бірінен айтарлықтай алшақ болса және $p < 0,05$ болса, онда айырмашылық бар деп есептеледі. t-тесттің бірнеше түрі бар: бір үлгілі (бір топты белгілі эталон мәнімен салыстыру), тәуелсіз үлгілерге арналған (екі түрлі топты салыстыру) және жұпталған (бір топтағы өзгерістерді уақыт бойынша салыстыру).

Хи-квадрат (χ^2) критерийі сапалық деректерге қолданылады, яғни жиіліктер мен категорияларды салыстыру үшін пайдаланылады. Бұл әдіс белгілі бір белгі немесе құбылыстың екі немесе одан да көп топта бірдей таралғанын анықтауға мүмкіндік береді. Мысалы, екі түрлі аймақта белгілі бір ауруға шалдыққан даралардың санының айырмашылығын тексеруге болады. Егер есептелген χ^2 мәні кестелік мәннен үлкен болса немесе $p < 0,05$ болса, онда айырмашылық статистикалық тұрғыдан маңызды деп есептеледі.

Дисперсиялық талдау (ANOVA — Analysis of Variance) — үш немесе одан да көп топтың орташа мәндерін салыстыру үшін қолданылады. Бұл әдіс бірнеше факторлардың әсерін бірден бағалауға мүмкіндік береді. Мысалы, үш түрлі тыңайтқыш қолданылған өсімдіктердің биіктігін салыстыру кезінде ANOVA олардың арасындағы айырмашылықтың бар-жоғын көрсетеді. Егер нәтижесінде $p < 0,05$ болса, топтардың кем дегенде біреуінде айырмашылық бар деген қорытынды жасалады. Алайда ANOVA айырмашылықтың қай топтар арасында екенін көрсетпейді, ол үшін қосымша талдаулар (мысалы, Tukey немесе Bonferroni сынақтары) жүргізіледі.

Гипотезаны тексерудің нақты мысалын қарастырайық. Зерттеуші екі тыңайтқыштың әсерін зерттеу үшін екі топ өсімдік өсірді. Бірінші топта тыңайтқыш А, екіншісінде тыңайтқыш В қолданылды. Нәтижелер бойынша, А тобының орташа биіктігі 45 см, стандартты ауытқуы 4 см, ал В тобының орташа биіктігі 50 см, стандартты ауытқуы 3 см болды. t-тест нәтижесінде $p = 0,02$ мәні алынды. Бұл нөлдік гипотезаны қабылдамауға негіз береді, яғни айырмашылық бар, тыңайтқыш В шынында да өсімдіктің өсуін арттырған.

Гипотезаны тексеру үдерісі әрқашан бірнеше кезеңнен тұрады. Біріншіден, зерттеуші ғылыми мәселені нақты тұжырымдап, нөлдік және баламалы гипотезаларды анықтайды. Екіншіден, маңыздылық деңгейін (әдетте 0,05) белгілейді. Үшіншіден, деректер жинап, олардың түріне сәйкес статистикалық тест таңдайды. Төртіншіден, есептеулер жүргізіп, р-мәнін анықтайды. Соңында, нәтижені интерпретациялап, H_0 қабылдана ма, әлде жоққа шығарыла ма — соны шешеді.

Гипотезаны тексерудің басты мақсаты — байқалған айырмашылық кездейсоқ емес, нақты биологиялық фактордың әсерінен болғанын дәлелдеу. Бұл әдіссіз биологиялық ғылымдағы көпшілік қорытындылар тек субъективті сипатта болар еді. Гипотезаны тексеру нәтижесі зерттеушіге сенімді ғылыми тұжырым жасауға мүмкіндік береді.

Биологияда гипотеза тек сандар мен формулаларға емес, шынайы табиғи құбылыстарды дұрыс түсіндіруге бағытталған. Мысалы, өсімдіктің фотосинтез жылдамдығына жарықтың әсерін зерттегенде, статистикалық тест жарықтың шын мәнінде маңызды фактор екенін дәлелдеуге мүмкіндік береді. Сол сияқты экологиялық зерттеулерде популяциялардың айырмашылығы, генетикалық зерттеулерде аллель жиіліктерінің өзгерісі немесе медицинада дәрі әсерінің тиімділігі — бәрі де гипотеза тексеру арқылы ғылыми тұрғыдан дәлелденеді.

Қорыта айтқанда, гипотезаны тексеру — биостатистиканың өзегі. Ол деректерді жай сипаттаудан шығарып, ғылыми дәлелдеуге көтереді. Нөлдік гипотеза әрдайым бастапқы болжам болып саналады, ал баламалы гипотеза жаңа ғылыми білімге жол ашады. Статистикалық сынақтар (t-тест, χ^2 және ANOVA) биологияның барлық саласында қолданылады және ғылыми нәтижелердің сенімділігін қамтамасыз етеді. Гипотезаны дұрыс құру, оны тексеру және нәтижені интерпретациялау — қазіргі заманғы биологтың кәсіби сауаттылығының негізгі көрсеткіштерінің бірі.

Пайдаланылған әдебиеттер:

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

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

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.

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