

Дәріс 1. Биостатистиканың мәні мен міндеттері

Биостатистика – биология мен медицинаның сандық әдістерін зерттейтін ғылым саласы. Ол биологиялық құбылыстарды сипаттау, салыстыру және талдау үшін статистикалық әдістерді қолданады. Негізгі мақсат – бақылаулар нәтижесін сандық тұрғыда дәлелдеу, заңдылықтарды анықтау. Қолданылуы: экологияда – популяция динамикасын зерттеу; физиологияда – тәжірибе нәтижелерін өңдеу; генетикада – тұқым қуалау белгілерінің таралу жиілігін есептеу.

Биостатистика – биология мен медицинаның сандық әдістерін зерттейтін ғылым саласы, ол тірі организмдер мен олардың жүйелерінде байқалатын құбылыстарды сипаттау, салыстыру және талдау үшін статистикалық әдістерді қолданады (Sokal & Rohlf, 2012; Zar, 2010). Бұл ғылым саласы биологиялық өзгергіштікті түсінудің негізгі құралы ретінде қалыптасқан, өйткені табиғи және эксперименттік деректер әрдайым кездейсоқ ауытқулар мен вариацияларға бейім келеді. Биостатистиканың басты мақсаты – бақылау мен эксперимент нәтижелерін сандық тұрғыда дәлелдеу, заңдылықтарды анықтау және алынған деректердің сенімділігін бағалау.

Биостатистика тірі жүйелердің күрделілігі мен бейімделгіштік қасиеттерін ескере отырып, биологиялық процестердің математикалық моделін жасауға мүмкіндік береді (Fisher, 1935; Quinn & Keough, 2002). Мысалы, экологияда ол популяцияның сандық динамикасын, өсімдік жамылғысының маусымдық өзгерістерін және биоалуантүрлілік индексіні есептеу үшін қолданылады (Magurran, 2004). Физиологияда – түрлі факторлардың ағза функцияларына әсерін анықтау мақсатында тәжірибелік нәтижелерді өңдеу үшін, ал генетикада – тұқым қуалау белгілерінің таралу жиілігін, генотип пен фенотип арасындағы байланыстарды талдау үшін пайдаланылады (Falconer & Mackay, 1996).

Биостатистиканың негізгі міндеттеріне биологиялық деректерді жинау, оларды жүйелеу және алғашқы өңдеу, алынған нәтижелерді графикалық және кестелік түрде көрсету, сондай-ақ статистикалық қорытындылар жасау кіреді. Бұл міндеттер бірнеше кезеңнен тұрады: деректерді сипаттау (descriptive statistics), яғни орташа шамаларды, медиананы, моданы және вариация көрсеткіштерін анықтау; үлгілік деректер негізінде жалпы популяция туралы тұжырым жасау (inferential statistics); гипотезаларды тексеру және нәтижелердің статистикалық маңыздылығын анықтау (Fowler et al., 2013).

Қорытынды статистика биологиялық тәжірибелерде жиі қолданылатын әдістердің бірі болып табылады. Ол популяциядан алынған үлгі негізінде жалпы заңдылықтар туралы сенімді қорытынды жасауға мүмкіндік береді. Бұл әдісте гипотезаны тексерудің классикалық түрлері – Student t-тесті, χ^2 (хи-квадрат) критерийі, дисперсиялық талдау (ANOVA), корреляция және регрессия әдістері кеңінен пайдаланылады (Sokal & Rohlf, 2012). Мысалы, егер зерттеуші екі түрлі

өсімдік тобының өсу жылдамдығын салыстырғысы келсе, t-тест қолдану арқылы олардың айырмашылығы статистикалық тұрғыдан маңызды ма, әлде кездейсоқ сипатта ма екенін анықтай алады.

Биостатистиканың маңызды аспектілерінің бірі – биологиялық заңдылықтарды болжау және модельдеу. Математикалық модельдер популяция санының уақыт бойынша өзгерісін (мысалы, Лотка–Вольтерра үлгілері), экожүйелердің тұрақтылығын немесе аурулардың таралу динамикасын сипаттай алады (Gotelli, 2008). Бұл модельдер нақты экологиялық және физиологиялық процестерді түсіндіруге ғана емес, болашақтағы өзгерістерді болжауға да мүмкіндік береді.

Биостатистикада жиі қолданылатын негізгі ұғымдарға популяция, үлгі, айнымалы, гипотеза және маңыздылық деңгейі (p-value) жатады. Популяция – зерттелетін барлық объектілердің жиынтығы, ал үлгі – сол популяциядан алынған шағын бөлігі. Айнымалы – зерттелетін белгіні немесе қасиетті сипаттайтын сандық немесе сапалық көрсеткіш. Гипотеза – зерттеуші ұсынған ғылыми болжам, ол статистикалық әдістер арқылы тексеріледі. Маңыздылық деңгейі (әдетте $p < 0.05$) нәтижелердің кездейсоқ алынбағандығын көрсетеді (Zar, 2010).

Биостатистиканың дамуы XVII–XVIII ғасырларда басталып, алғашқы демографиялық және медициналық есептерден (Graunt, 1662) бастау алған. XIX ғасырда Ф. Гальтон мен К. Пирсон биологиялық деректерді статистикалық тұрғыдан сипаттаудың негізін салды. XX ғасырда Р. Фишердің еңбектері (1935) биометрия мен генетикалық статистиканы жаңа деңгейге көтеріп, дисперсиялық талдау мен эксперименттік жоспарлау принциптерін енгізді. Қазіргі XXI ғасырда биостатистика биоинформатикамен тығыз байланысып, үлкен деректер (big data), жасанды интеллект (AI) және машиналық оқыту (machine learning) технологияларымен интеграцияланып отыр (Bolstad et al., 2020; Hastie et al., 2021).

Бүгінгі күні биостатистика экологиялық мониторингте (мысалы, NDVI және EVI вегетациялық индекстерін талдау арқылы), медициналық диагностикада (аурулардың таралу жиілігін және қауіп факторларын бағалау арқылы), генетикалық әртүрлілікті бағалауда (аллель жиіліктері мен генетикалық қашықтықты есептеу арқылы) кеңінен қолданылады. Бұл бағыттарда биостатистикалық әдістерсіз нәтижелердің дәлдігі мен сенімділігі қамтамасыз етілмейді.

Сондықтан биостатистика биолог үшін тек есептеу құралы ғана емес, ғылыми ойлаудың ажырамас бөлігі болып саналады. Ол деректермен жұмыс істеу мәдениетін қалыптастырады, сандық талдаудың логикасын дамытады және ғылыми қорытындыларды дәлелдеудің әдістемелік негізін қамтамасыз етеді. Биостатистиканы меңгерген студент биологиялық жүйелердің күрделілігін терең түсінеді және алынған деректерді сыни тұрғыдан талдай алады.

Пайдаланылган әдебиеттер:

- Zar, J. H. Biostatistical Analysis. Pearson, 2010.
- Sokal, R. R., & Rohlf, F. J. Introduction to Biostatistics. W. H. Freeman, 2012.
- Fisher, R. A. The Design of Experiments. Edinburgh: Oliver & Boyd, 1935.
- Falconer, D. S., & Mackay, T. F. Introduction to Quantitative Genetics. Longman, 1996.
- Quinn, G. P., & Keough, M. J. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge Univ. Press, 2002.
- Magurran, A. E. Measuring Biological Diversity. Blackwell, 2004.
- Gotelli, N. J. A Primer of Ecology. Sinauer Associates, 2008.
- Bolstad, W. M., & Curran, J. M. Introduction to Bayesian Statistics. Wiley, 2020.
- Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 2021.
- Fowler, J., Cohen, L., & Jarvis, P. Practical Statistics for Field Biology. Wiley-Blackwell, 2013.