

ВБД: 681.3+004:51+62

Бо ҳуқуқи дастнавис



СОЛИҲЗОДА ДИЛОВАРИ ИМОМАЛӢ

**АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИИ ДИНАМИКАИ РУШД ВА
МАҲСУЛНОКИИ МУРҒИ МАРҶОН**

ДИССЕРТАТСИЯ

барои дарёфти дараҷаи илмии номзади илмҳои техникӣ
аз рӯйи ихтисоси 1.2 – Илмҳои компютерӣ ва информатика (1.2.8 –
Моделсозии математикӣ, методҳои адабӣ ва комплекси барномаҳо) (соҳаи
техникӣ)

Рохбари илмӣ:
доктори илмҳои физикаю математика,
профессор Комилиён Ф.С.

МУНДАРИҶА

МУҚАДДИМА	4
ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ	8
БОБИ 1. ТАҲСИРИ АДАБИЁТ: УСУЛҲОИ АМСИЛАСОЗӢ ДАР ТАСВИРИ РАВАНДИ ПАРВАРИШИ МУРҒИ МАРҶОН ДАР ШАРОИТИ ХОҶАГИҲОИ ПАРАНДАПАРВАРӢ	16
1.1. Шарҳи адабиёт оид ба технологияҳои амсиласозии раванди парвариши мурғи марҷон	16
1.2. Мурғи марҷон ва махсусиятҳои биологӣю иқтисодии он	21
1.3. Хусусиятҳои динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон дар шароити хоҷагии парандапарварии Тоҷикистон	28
1.4. Тарзҳои ташкили босамари хоҷагии мурғимарҷонпарварӣ	31
1.5. Асосҳои биологӣ ва иқтисодии амсиласозии математикии популятсияи мурғи марҷон	34
Хулосаҳои боби якум	42
БОБИ 2. УСУЛҲОИ АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИЮ КОМПЮТЕРӢ ДАР АРЗӢБИИ МАҲСУЛНОКИИ МУРҒИ МАРҶОН ДАР МАРҶИЛАҲОИ АСОСИИ ПАРВАРИШИ ОН	44
2.1. Технологияҳои амсиласозии концептуалию математикии марҷилаҳои ҳаёти популятсияи мурғи марҷон	44
2.2. Баҳисобирии омилҳои таъсиррасони иқлимӣ зимни амсиласозии концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон дар шароити хоҷагии парандапарварӣ	54
2.3. Нақши амсилаи математикии Мак-Миллан дар ҳалли масъалаҳои амалии соҳаҳои гуногуни илм	65
2.4. Мутобиқгардонии амсилаи математикии Мак-Миллан барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон	69
Хулосаҳои боби дуюм	82
БОБИ 3. УСУЛҲОИ АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИЮ КОМПЮТЕРӢ ДАР ТАҲҚИҚИ ДИНАМИКАИ АФЗОИШИ ВАЗНИ ЗИНДАИ МУРҒИ МАРҶОН	84
3.1. Амсилаҳои ҳаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ ва логистикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон	84

3.2. Амсилаи s-шакли Берталанффи дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон	96
3.3. Амсилаҳои Бричес ва Пюттер дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон	108
3.4. Муайякунии дараҷаи татбиқшавандагии амсилаҳои математикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо усули таҳлили қиёсии маҷмӯӣ	119
Хулосаҳои боби сеюм	132
БОБИ 4. БАҲИСОБГИРИИ ОМИЛҲОИ ТАЪСИРРАСОНИ ТАБИИЮ ИҚЛИМӢ ДАР АМСИЛАИ ОПТИМАЛИИ КОМПЮТЕРИИ СИКЛИ ПУРРАИ ҲАЁТИ МУРҒИ МАРҶОН	134
4.1. Таҳлили қиёсии маҷмӯии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимотии популятсияи мурғи марҷон бо истифода аз амсилаи оптималӣ	134
4.2. Амсиласозии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон зери таъсири омилҳои экотехнологӣ	144
4.3. Амсиласозии компютерии динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо истифода аз RK4	157
Хулосаҳои боби чорум	171
ХУЛОСАҲО	173
1. Натиҷаҳои асосии илмии диссертатсия	173
2. Таъсираҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо	179
АДАБИЁТ	180
1. Феҳристи сарчашмаҳои истифодашуда	180
2. Феҳристи интишороти илмии доктарабони дарёфти дараҷаи илмӣ	202
ЗАМИМАҲО	206

МУҚАДДИМА

Мубрамии мавзуи таҳқиқот. «Барои иқлими Тоҷикистон соҳаи мурғимарчонпарварӣ соҳаи муҳим, муфид ва сердаромади иқтисодиёти кишвар ба ҳисоб меравад. Соҳаи мазкур метавонад дар қатори дигар соҳаҳои кишоварзӣ дар таъмини амнияти озуқавории мамлакат нақши муассир бозад. Зеро бо маҳсулоти хушсифати серсафеда ва парҳезӣ таъмин намудани аҳолии мамлакат ба яке аз самтҳои афзалиятноки сиёсати давлатии Тоҷикистон мансуб доништа шудааст» [6].

Маҳсулоти мурғи марчон (гӯшт ва тухм) барои саломатии инсон аҳамияти бағоят калон дорад. «Истеъмоли онҳо иммунитети шахсро тақвият мебахшад, системаи дилу рағҳоро ба танзим медарорад ва кори мағзи сарро беҳтар мекунад. Мувофиқи иттилои Кумитаи миллии тандурустии ИМА, дар кишварҳое, ки истеъмоли гӯшти мурғи марчон зиёд аст, бемориҳои системаи асаб кам ба чашм мерасанд» [11; 17-22].

Аз ин рӯ, парвариши мурғи марчон дар кишвари мо сол то сол зиёд шуда истодааст. Вобаста ба пешрабии соҳаи парандапарварӣ, аз ҷумла парвариши мурғи марчон, Пешвои Миллат муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон дар Паёми соли 2022 «Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ» махсус таъкид карданд, ки ҳоло «истеҳсоли гӯшти паранда дар кишвари мо 8 баробар зиёд шуда, ҳаҷми воридоти он 11 баробар кам шудааст» [115].

«Дар воқеъ, дар замони муосири пешрафти илму техника ташкил кардани шароити мусоиди рушди соҳаи мурғимарчонпарварӣ ва оптимизатсия кардани равандҳои ба он вобастаи истеҳсолиро бе татбиқи усулҳои амсиласозӣ ба роҳ мондан бисёр мушкул гаштааст. Амсиласозии математикии динамикаи афзоиши саршумор ва вазни зиндаи индивидҳои мурғи марчон метавонад ба вусъати самаранокии захираҳои истифодашаванда мусоидат кунад» [54-92].

Гарчанде дар ҷумҳурии мо ва берун аз он барои илман ба роҳ мондани рушди соҳаи мурғимарҷонпарварӣ якҷанд таҳқиқоти таҷрибавию биологӣ [11; 17-22; 33; 52-53] гузаронида шуда бошанд ҳам, мутаассифона, дар пояи муътамади илмӣ, бо истифода аз усулҳои амсиласозии математикию компютерӣ ба роҳ мондани таҳқиқ ва ояндабинии марҳилаҳои ҳаёту фаъолияти популятсияи мурғи марҷон то ҳанӯз ягон таҳқиқоти комплексӣ анҷом дода нашудааст.

Аз ин рӯ, мо тасмим гирифтем, ки вобаста ба талаботи ҳукумати ҷумҳурӣ дар самти таъмини амнияти озуқаворӣ ва «Бистсолаи омӯзиш ва рушди фанҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф (солҳои 2020-2040)» саҳми мувофиқ гузорем, ки мубрам будани мавзӯи таҳқиқотиро собит месозад [1-М–17-М].

Дарачаи таҳқиқи мавзӯи илмӣ. Зимни таҳлили адабиёти соҳавӣ ва баргузории озмоишҳои компютерӣ мо асосан аз маълумотномаҳои «Созмони озуқаворӣ ва кишоварзӣ» оид ба технологияҳои парвариши мурғи марҷон [42, 167], аз маълумоти омории вазорати кишоварзии Ҷумҳурии Тоҷикистон [136], аз натиҷаҳои таҳқиқоти В.Н. Агеев оид ба равишҳои ғизодиҳии мурғи марҷон [3], аз натиҷаҳои биологӣ таҷрибавии О.С. Бобозода марбут ба «омӯзиши муқоисавии сифатҳои маҳсулнокии мурғи марҷони зоти сафеди синапахн ва популятсияи навъи маҳаллӣ дар шароити Ҷануби Тоҷикистон» [20] ва аз натиҷаҳои дар ин самт бадастовардаи худ (Д.И. Солихзода), ки ба «асосҳои биологӣ ва иқтисодии амсиласозии популятсияи мурғи марҷон» [11-М; 16-М; 17-М] рабт доранд, васеъ истифода бурдем.

Дар коркарди комплекси амсилаҳои компютерӣ мо асосан ба таҷрибаи мактаби илмии профессор Ф.С. Комилиён таъя кардем: «амсиласозии ҳаёти гулмоҳӣ дар бассейн» [58; 77; 91-92], «масъалаҳои амсиласозии компютери парвариши мурғи марҷон» [2-М; 14-М], «мутобиқгардонии амсилаи математикии Мак-Миллан барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон» [7-М; 12-М], «технологияҳои амсиласозии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи мурғи марҷон» [9-М; 13-М], «баҳисобгирии таъсири омилҳои иқлимӣ зимни

амсиласозии концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон» [10-М; 15-М] ва ғайра.

Дар сохтани амсилаҳои математикию компютерӣ инчунин таҷрибаи олими муваффақи сатҳи ҷаҳонии соҳаи амсиласозии математикӣ В.В. Меншуткин «Маҳорати амсиласозӣ (экология, физиология, эволюция)» [102], муҳаққиқони англис S.A. Johnston, R.M. Gous «Амсилаи популятсионии механикию стохастикӣ истеҳсоли тухм» [175], олимони ҳиндӣ Shiv Prasad, D. P. Singh «Амсиласозии математикӣ барои тасвири хатҳои қачи истеҳсоли солонаи тухми мурғ» [193] ва «Баъзе шаклҳои алтернативии амсилаи логистикӣ қачхатта барои тасвири графикаи истеҳсоли тухми парандаи хонагӣ» [194], муҳаққиқони дигар мактаби илмӣ ҳиндӣ L. A. Bindya, H. N. N. Murthy, M. R. Jayashanka, M. G. Govindaiah [163], олимони бразилиявӣ R. P. Savegnago, V. A. R. Cruz, S. B. Ramos, S. L. Caetano, G. S. Schmidt, M. C. Ledur, L. El Faro, D. P. Munari «Татбиқи амсилаҳои ғайрихаттӣ дар пай дар пай наздиккунии графикаи тухмгузори мурғони зоти «Легорни Сафед» барои хатҳои интиҳобшуда ва интиҳобнашудаи истеҳсолӣ» [198], муҳаққиқи украинӣ Ю.А. Глебова «Амсилаи пешгӯии муқовимати табиӣ мурғони тухмгузор дар ибтидои онтогенез» [35] ва дигар муҳаққиқони украинӣ Е.А. Кучер, М.В. Пасечник «Амсиласозии математикии динамикаи афзоиш ва маҳсулнокии мурғони ду кросси маъруфи «Ҳайсекс браун» ва «Ломанн браун»» [96] ба мо кӯмаки беандоза калон карданд.

Ҳамин тариқ, дар таҳқиқот аз таҷрибаи илмӣ муҳаққиқони ватанӣ ва хориҷӣ, ки ба хусусиятҳои биологӣ мурғи марҷон бахшида шудаанд ва ё ба самти амсиласозии ҳаёту фаъолияти ин паранда қаробат доранд, васеъ истифода шудааст, ки онҳо ҷанбаҳои методологии диссертатсияро ташкил додаанд:

– дар самти амсиласозии математикӣ ва компютерӣ: Ф.С. Комилийн, М.Қ. Юнусӣ, З.Ҷ. Усмонов, С.Ҳ. Мирзоев, И.Д. Нуоров, Н. Шерматов, Р.Н. Одинаев, И.Л. Қосимов, Ф.Т. Шамсов, М.Р. Ёров, В.В. Меншуткин, Н.Д. Е.

А. Кучер, М.В. Пасечник, Ю.А. Глебова, Н.А. Плохинский, S.A. Johnston, R.M. Gous, Shiv Prasad, D.P. Singh, L. A. Bindya, H.N.N. Murthy, M. R. Jayashanka, M.G. Govindaiah, R.P. Savegnago, V.A.R. Cruz, S.B. Ramos, S. L. Caetano, G.S. Schmidt, M.C. Ledur, L. El Faro, D.P. Munari ва дигарон;

– дар самти биология, экология ва кишоварзӣ: Д.Д. Эргашев, Ш.Э. Бозоров, Д.Қ. Комилзода, О.С. Бобозода, С.Т. Норбобоева, Ш.Т. Раҳимов, Ш.Р. Мирзоахмедов, Н. Мухамедов, А.Қ. Ғаффоров, В.И. Авраменко, В. Акимов, Л. Беляева, Ж. Белега, Т. Артюшина, А. Бальников, Я. Василюк, В. Гасилина, И. Максимова, В. Канивец, Л. Шинкаренко, В.Ю. Мойса, А. Фаруга, А.И. Шевченко, Л.А. Шинкаренко, Т.Р. Науменко, Р. Aman, M. Frederich, R. Uyttenbroeck, S. Hatt, P. Malik, S. Lebecque, B. Gembloux, H. Anand, A. Ganguly, P. Haldar, S. Yalfin, E. Babacanoglu, H.C. Guler, M. Aksit, S. Yahav, R. Smith ва дигарон.

Таҳлили адабиёти соҳавӣ нишон дод, ки ба масъалаҳои ҷузъӣ ва алоҳидаи амсиласозии математикӣ ва компютерии марҳилаҳои ҳаёту фаъолияти баъзе парандаҳо, аз ҷумла кроссҳои гуногуни мурғи хонагӣ, муҳаққиқони зиёде дар хориҷи мамлакат машғул шудаанд. Аммо то имрӯз аз ҷониби ягон муҳаққиқ на танҳо паҳлуҳои муҳимми марҳилаҳои ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон ба таври комплексӣ амсиласозӣ нашудааст, балки масъалаҳои ҷузъии мурғимарҷонпарварӣ низ аз ин нуқтаи назар ҳалли ҳудро наёфтаанд. Бинобар ин, мо ҳалли ин масъаларо дар диссертатсияи худ ҳадафи марказӣ қарор додем.

Робитаи таҳқиқот бо барномаҳо ва мавзӯҳои илмӣ. Таҳқиқоти диссертатсионӣ фарогири маҷмуи васеи барномаҳо ва мавзӯҳои илмӣ марбут ба самтҳои рушди минбаъдаи усулҳои амсиласозии математикӣ ва ёфтани ҳалли оптималии масъалаҳои соҳаи кишоварзӣ мебошад, ки аз ҷониби Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон қабул шудаанд.

Диссертатсия тибқи талаботи барномаҳои зерин ба тасвир расидааст: «Барномаи маҷмуавии рушди соҳаи чорводорӣ, парандапарварӣ, моҳипарварӣ ва занбӯриасалпарварӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои

2023-2027» [12], «Барномаи рушди илмҳои табиатшиносӣ, риёзӣю техники барои солҳои 2010-2020» [13] ва корҳои илмӣ кафедраи информатикаи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон дар самти «Коркард ва таҳқиқи амсилаҳои риёзӣ-компютерӣ экосистемаи обанборҳо, мамнӯъгоҳҳо ва системаи маориф» (Маркази миллии патенту иттилооти Ҷумҳурии Тоҷикистон, № 0116TJ00657).

ТАВСИФИ УМУМИИ ТАҲҚИҚОТ

Таҳқиқоти диссертатсионӣ ба ҳалли масъалаҳои бахшида шудааст, ки онҳо, аз як тараф, ба рушди илмҳои табиӣ, математикӣ ва дақиқ мусоидат намуда, аз тарафи дигар, имкон фароҳам меоранд, ки дар хоҷагҳои мурғимарчонпарварӣ роҳҳои самарабахшӣ таҳлили фаъолияти индивидҳои зотҳои гуногуни мурғи марчон дар марҳилаҳои гуногуни сикли ҳаёти онҳо ва равишҳои баланд бардоштани маҳсулнокии онҳо дар заминаи усулҳои амсиласозӣ роҳандозӣ карда шаванд.

Мақсади таҳқиқот аз таҳияи амсилаҳои концептуалӣ, математикӣ ва компютерие иборат аст, ки дар заминаи онҳо динамикаи афзоиш, тухмнокӣ ва таъсири омилҳои иқлимӣ ба мурғи марчон таҳлил ёфта, равишҳои баланд бардоштани маҳсулнокии он арзёбӣ мегарданд.

Вазифаҳои таҳқиқот дар заминаи мақсади таҳқиқот муайян шуда, ҳалли масъалаҳои зеринро дар бар гирифтаанд:

1. Таҳлил ва шарҳи натиҷаҳои илмӣ муҳаққиқони ватанию хориҷии ба технологияҳои амсиласозии динамикаи рушди парандаҳо бахшидашуда;
2. Омӯзиш, таҳқиқ ва таҳлили ҷанбаҳои биологӣ ва экологии раванди парвариши мурғи марчон аз нуқтаи назари амсиласозӣ;
3. Таҳлили хусусиятҳои динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон дар шароити хоҷагҳои парандапарварии Тоҷикистон;
4. Тарзҳои ташкили босамари хоҷагҳои мурғимарчонпарварӣ аз нигоҳи масъалаҳои амсиласозӣ;

5. Таҳқиқи асосҳои биологӣ ва иқтисодии амсиласозии математикии популятсияи мурғи марҷон;
6. Муайян кардани равишҳои баҳисобгирии омилҳои таъсиррасони иқлимӣ зимни амсиласозии концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон дар шароити хоҷагиҳои парандапарварӣ;
7. Коркарди технологияҳои амсиласозии концептуалию математикии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи мурғи марҷон;
8. Рӯнамоии нақши амсилаи математикии Мак-Миллан дар ҳалли масъалаҳои амалии соҳаҳои гуногуни илм ва мутобикгардони он барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон;
9. Таҳлили қиёсии мутобикати амсилаҳои хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ ва логистикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон;
10. Таҳлили қиёсии мутобикати амсилаи s-шакли Берталанффи дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон;
11. Таҳлили қиёсии мутобикати амсилаҳои Бричес ва Пюттер дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон;
12. Таҳлили қиёсию маҷмуии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимотии популятсияи мурғи марҷон бо истифода аз амсилаи оптималӣ;
13. Амсиласозии компютерии синкли пурраи ҳаёти мурғи марҷон бо назардошти таъсири омилҳои табиӣю иқлимӣ.
14. Коркарди комплекси барномавии таҳқиқотӣ барои таҳлили фаъолият ва иқтидори истеҳсолии мурғи марҷон;
15. Гузаронидани озмоишҳои компютерӣ бо комплекси барномаҳои таҳияшуда, таҳлили натиҷаҳои сценариявӣ, таҳияи хулосаҳои ҷамъбаستӣ, коркарди пешниҳоду тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳои таҳқиқотӣ.

Объекти таҳқиқот қиёси амсилаҳои математикию компютери таҳлилӣ барои арзёбии динамикаи афзоиши вазни зинда ва тухмнокии мурғи марчон дар марҳилаҳои гуногуни сикли ҳаёти он мебошад.

Мавзӯи таҳқиқот ба таҳлил ва таҳқиқи динамикаи рушд ва маҳсулнокии мурғи марчон дар марҳилаҳои гуногуни парвариши он бо усулҳои амсиласозии математикию компютерӣ бахшида шудааст.

Асосҳои назариявии таҳқиқотро концепсияҳои амсиласозии математикию компютери системаҳои биологӣ ва диди системавӣ ба биопопулятсияҳо ташкил медиҳанд. Робитаи мавзӯ бо назарияҳои мавҷуда дар таҳлили интиқодии амсилаҳои классикии ғайрихаттӣ (Берталанффи, логистикӣ) ва ҳалли мушкилоти баҳисобгирии омилҳои табию иқлимии Тоҷикистон дар динамикаи синфҳои тақсимотии популятсияи мурғи марчон зоҳир мегардад. Таҳия ва верификатсияи комплекси амсилаҳои концептуалӣ, математикӣ ва компютерӣ заминаи назариявиро барои гузаронидани таҷрибаҳои сенариявӣ ва идоракунии илмӣ хоҷагиҳои мурғимарчонпарварии ҷумҳурӣ фароҳам овардааст.

Навгони илмӣ:

1. Дар заминаи омӯзиши адабиёти илмӣ ба технологияҳои амсиласозии динамикаи рушди парандаҳо бахшидашуда, натиҷаҳои дар ин соҳа бадастовардаи муҳаққиқони ватанию хориҷӣ таҳлил ва шарҳ дода шудааст;

2. Бори аввал ба таври комплексӣ барои шароити хоҷагиҳои мурғимарчонпарварии Тоҷикистон ҷанбаҳои биологӣ ва экологии раванди парвариши мурғи марчон аз нуқтаи назари амсиласозии математикию компютерӣ мавриди омӯзиш, таҳқиқ ва таҳлил қарор дода шудааст;

3. Аз нигоҳи принципҳои амсиласозӣ хусусиятҳои динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон дар шароити хоҷагиҳои парандапарварии Тоҷикистон таҳлил ёфтааст;

4. Вобаста ба асосноккуниҳои биологӣ ва иқтисодии амсиласозии математикии популятсияи мурғи марҷон тарзҳои босамари ташкили хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ пешниҳод гардидааст;

5. Дар асоси таҳлили технологияҳои амсиласозии концептуалию математикии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи мурғи марҷон равишҳои оптималии баҳисобгирии омилҳои таъсиррасони иқлимӣ дар амсилаҳои барои шароити хоҷагиҳои парандапарварии Тоҷикистон таҳияшуда муайян карда шудааст;

6. Нақши амсилаи математикии Мак-Миллан дар ҳалли масъалаҳои амалии соҳаҳои гуногуни илм мавриди таҳлил қарор дода шуда, он барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон мутобиқ гардонида шудааст;

7. Дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон мутобиқати амсилаҳои хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ, логистикӣ, s-шакли Берталанффи, Бричес ва Пюттер мавриди таҳлили қиёсӣ қарор гирифтааст;

8. Бо усули таҳлили қиёсӣ аз маҷмуи амсилаҳои баррасишуда амсилаи оптималӣ муайян карда шуда, бо истифода аз он динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияҳои зотҳои мурғи марҷон таҳқиқ карда шудаанд;

9. Бори аввал барои шароити иқлимии хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварии Тоҷикистон амсилаи компютери сикли пурраи ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон сохта шудааст, ки дар он таъсири омилҳои табию иқлимӣ ба равандҳои мубодилавӣ ба назар гирифта шудаанд;

10. Бар пояи комплекси барномаҳои таҳияшуда ва озмоишҳои сценариявии дар компютер баргузоршуда, фаъолият ва иқтидори истеҳсолии мурғи марҷон таҳлил карда шудааст;

11. Вобаста ба натиҷаҳои таҳқиқотии ҳосилшуда хулосаҳои ҷамъбаستӣ ва пешниҳоду тавсияҳои амалӣ барои хоҷагиҳои парандапарварии Ҷумҳурии Тоҷикистон таҳия карда шудаанд.

Нуктаҳои ба ҳимоя пешниҳодшаванда:

1. Асоснок карда шудааст, ки комплекси таҳиягардидаи амсилаҳои концептуалӣ, математикӣ ва компютерии динамикаи рушд ва маҳсулнокии мурғи марчон тавсиф ва таҳлили маҷмуии марҳилаҳои асосии ҳаёту фаъолияти индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияҳои зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллиро дар шароити иқлимии хоҷагиҳои мурғимарчонпарварии Тоҷикистон таъмин менамояд. Системаи мазкур бо дарназардошти хусусиятҳои биологӣ экологӣ популятсия, динамикаи афзоиши вазни зинда, сатҳи сертухмӣ ва таъсири омилҳои табиӣ иқлимӣ ташаккул ёфта, заминаи ягонаи математикиро компютериро барои таҳқиқ ва арзёбии марҳилаҳои ҳаёти мурғи марчон фароҳам меорад.

2. Муайян ва асоснок карда шудааст, ки амсилаи оптималии математикии динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон дар асоси таҳлили қиёсии маҷмуии амсилаҳои хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ, логистикӣ, s-шакли Берталанффи, Бриҷес ва Пюттер интиҳоб гардида, барои таҳқиқи динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияҳои зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ мутобиқ карда шудааст. Идентификатсия ва верификатсияи амсилаи интиҳобшуда дар заминаи маълумоти таҷрибавӣ иҷро гардида, мувофиқати натиҷаҳои моделсозӣ ба динамикаи воқеии рушди вазни зиндаи мурғи марчон исбот шудааст.

3. Таҳия ва собит карда шудааст, ки амсилаи компютерии сикли пурраи ҳаёту фаъолияти мурғи марчон ва комплекси барномавии таҳқиқоти коркардшуда амалишавии концепсияи илмӣ амсилаҳои математикиро бо дарназардошти омилҳои табиӣ иқлимӣ таъмин намуда, барои идентификатсия, верификатсия, ояндабинӣ ва арзёбии иқтидори истеҳсолии паранда истифода мешаванд. Ин система имкони гузаронидани таҷрибаҳои ҳисоббарорию сценариявиро фароҳам оварда, равишҳои методӣ ва тавсияҳои амалиро ҷиҳати таҳлил ва баланд бардоштани самаранокии фаъолияти хоҷагиҳои мурғимарчонпарварии Ҷумҳурии Тоҷикистон пешниҳод менамояд.

Аҳамияти назариявӣ ва амалии таҳқиқот. Аҳамияти назариявии таҳқиқот дар он инъикос ёфтааст, ки он фарогири доираи васеи донишҳои соҳаи экологияи математикӣ ва хусусиятҳои биологии мурғи марҷон буда, равишҳои пешбурди соҳаи кишоварзӣ ва принсипу механизмҳои амсиласозии математикию компютерио дар бар гирифтааст. Таҳқиқоти диссертатсионӣ ба донишҳои бунёдии марҳилаҳои ҳаёту фаъолият, рафтор ва рушди физиологии мурғи марҷон асос ёфта, дар он усулҳои муосири амсиласозии компютерӣ истифода шудаанд. Натиҷаҳои компютерӣ ва хулосаҳои таҳқиқотӣ барои таҳлил ва дарки бештари фаъолияти популятсияи мурғи марҷон ва баландбардории маҳсулнокии он заминаи илмӣ фароҳам меоранд.

Аҳамияти амалии таҳқиқот дар он ифода ёфтааст, ки дар шакли амсилаҳои математикию компютери таҳияшуда афзори тавоноии таҳқиқотӣ ҳосил шудааст, ки бо ёрии он равандҳои мураккаби марҳилаҳои ҳаёту фаъолият ва динамикаи рушди популятсияи мурғи марҷонро мавриди омӯзиш ва таҳлил қарор дода, зери таъсири омилҳои табиӣю иқлимӣ фаъолият ва маҳсулнокии онро идора кардан имконпазир гаштааст.

Дарачаи эътимоднокии натиҷаҳои диссертатсия ба амалӣ гаштани таҳқиқи комплекси масъалаҳои илман асосноки банақшагирифташуда бо истифода аз технологияҳои муосири амсиласозии концептуалӣ, математикӣ ва компютери марҳилаҳои ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон ва озмоишҳои компютерию ҳисоббарории дар асоси маълумоти таҷрибавии дақиқ, маълум ва бозътимод роҳандозишуда алоқаманд аст, ки дар раванди таҳқиқот истифода, ҳосил ва ё ҳал шудаанд.

Мутобиқати диссертатсия бо шиносномаи ихтисоси илмӣ. Диссертатсия ва мазмуну мундариҷаи он фарогири соҳаҳои таҳқиқотии шиносномаи ихтисоси 1.2. Илмҳои компютерӣ ва информатика (1.2.8. Моделсозии математикӣ, методҳои ададӣ ва комплекси барномаҳо) (соҳаи техникӣ)» буда, ба бандҳои зерини ихтисос мутобиқат мекунад:

– банди 3. Коркард ва асосноккунии методикаҳо ва қоидаҳои мутобиқшавии амсилаҳои компютерӣ, истифодаи самараноки онҳо ҳангоми пешгӯиҳои таҳаввулоти объектҳо, системаҳо, равандҳо ва падидаҳо;

– банди 4. Коркард, асосноккунӣ ва санҷиши методҳои ҳисобкунӣ бо истифодаи технологияҳои муосири компютерӣ;

– банди 5. Амсиласозии методҳои самараноки ададӣ ва алгоритмҳо дар намуди маҷмааҳои ба ҳалли проблема равонашудаи барномаҳо барои роҳандозии таҷрибаи ҳисобкунӣ;

– банди 9. Коркарди системаҳои амсиласозии компютерӣ ва тақлидӣ.

Саҳми шахсии доктараби дараҷаи илмӣ дар таҳқиқот аз иштироки мустақим дар интихоби мавзӯ, таҳлили адабиёти соҳавӣ, ҷамъоварӣ ва таснифи маълумоти таҷрибавӣ, таҳияи комплекси амсилаҳои концептуалӣ, математикӣ ва компютерӣ, идентификатсия ва верификатсияи афзори таҳқиқотӣ, таҳлили натиҷаҳои ҳисоббарорӣ, коркарди хулосаҳои ҷамъбастӣ, пешниҳоди тавсияҳои методӣ ва таҳияи матни диссертатсия ифода ёфтааст.

Тасвиб ва амалисозӣ. Натиҷаҳои таҳқиқоти диссертатсионӣ дар семинарҳои муштаракӣ кафедраҳои «Информатика», «Математикаи ҳисоббарорӣ ва механика», «Моделсозии математикӣ ва компютерӣ» ва «Технологияҳои иттилоотӣ ва иртиботӣ»-и Донишгоҳи миллии Тоҷикистон (ДМТ) баррасӣ ва мавриди муҳокима қарор гирифта, дар конференсияҳои ҷумҳуриявӣ ва байналмиллалии солҳои 2022-2026 дар ДМТ, Академияи идоракунии давлатии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон, Филиали Донишгоҳи давлатии Москва ба номи М.В. Ломоносов дар ш. Душанбе, Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав, Донишгоҳи байналмиллалии сайёҳӣ ва соҳибкорӣ Тоҷикистон, Донишгоҳи технологии Тоҷикистон ва ғайра рӯнамоӣ гардидаанд.

Интишорот аз рӯйи мавзӯи диссертатсия. Натиҷаҳои асосии таҳқиқоти диссертатсионӣ дар 17 мақола ва фишурдамақола [1-М–17-М], аз ҷумла 12 мақолаи илмӣ дар маҷаллаҳои тақризшавандаи Ҷумҳурии

Тоҷикистон (3 мақола дар алоҳидагӣ) ва 5 фишурдамақола дар маводҳои конференсияҳои байналмилалӣ ҷумҳуриявӣ ба нашр расонида шудааст.

Сохтор ва ҳаҷми диссертатсия. Таҳқиқоти диссертатсионӣ аз бахшҳои «Муқаддима», «Тавсифи умумии таҳқиқот», чор боб, бахши «Хулосаҳо» бо зербахшҳои «Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия» ва «Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо», бахши «Адабиёт» бо зербахшҳои «Феҳристи сарчашмаҳои истифодашуда» ва «Феҳристи интишороти илмӣ докталаби дарёфти дараҷаи илмӣ» ва бахши «Замимаҳо» иборат мебошад.

Диссертатсия дар ҳаҷми 223 саҳифаи матнӣ компютерӣ бо ёрии протсессори матнӣ Microsoft Word 2016 омода шуда, аз 10 ҷадвал ва 33 расм иборат мебошад. Рақамгузори расму ҷадвалҳо дар диссертатсия вобаста ба бобҳо сурат гирифтааст. Рӯйхати адабиёт 205 номгӯй ва феҳристи интишороти илмӣ докталаб 17 номгӯйро дарбар гирифтааст.

БОБИ 1. ТАФСИРИ АДАБИЁТ: УСУЛҲОИ АМСИЛАСОЗӢ ДАР ТАСВИРИ РАВАНДИ ПАРВАРИШИ МУРҒИ МАРЧОН ДАР ШАРОИТИ ХОҶАГИҲОИ ПАРАНДАПАРВАРӢ

1.1. Шарҳи адабиёт оид ба технологияҳои амсиласозии раванди парвариши мурғи марчон

Таҳлилҳои оморӣ собит месозанд, ки дар қатори дигар соҳаҳои кишоварзӣ соҳаи парандапарварӣ низ дар баланд бардоштани иқтисодиёти Ҷумҳурии Тоҷикистон ва таъмини амнияти озукавории кишвар нақши муассир дорад. Бо маҳсулоти баландсифати серсафеда, хуштам ва парҳезии паранда таъмин намудани аҳолии мамлакат яке аз самтҳои афзалиятноки сиёсати давлатии Тоҷикистон ба ҳисоб меравад. Аз ин рӯ, сол аз сол дар кишвари мо саршумори паранда ва истеҳсоли маҳсулоти он зиёд шуда истода, дар ин самт пешравиҳои назаррас ба мушоҳида мерасад.

«Тибқи маълумоти вазорати кишоварзии кишвар соли 2020 дар миқёси ҷумҳурӣ 177 корхонаи парандапарварӣ фаъолият доштааст. Дар ҳамон сол истеҳсоли гӯшти паранда нисбат ба як соли қаблӣ 1,9 баробар зиёд гардида, 30,6 ҳазор тоннаро ташкил додааст. Аз ин миқдор гӯшти паранда 23,9 ҳазор тонна ё 78,2 фоизи он ба хоҷагиҳои ҷамоавӣ ва деҳқонӣ рост омадааст, ки нисбат ба соли 2019 2,4 баробар зиёд будааст» [136].

Пешравии соҳаро Паёми навбатии Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон муҳтарам Эмомалӣ Раҳмон «Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ» низ, ки 23 декабри соли 2022 ироа гардид, тасдиқ менамояд. Тибқи он «истеҳсоли гӯшти паранда дар ин давра 8 баробар зиёд шуда, ҳаҷми воридоти он 11 баробар кам гардидааст» [115].

«Асосҳои ҳуқуқӣ, иқтисодӣ ва ташкилии соҳаи парандапарварӣ дар кишвари мо тибқи Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи парандапарварӣ» (аз 21 июли соли 2010, № 633) ба роҳ монда шудааст. Қонуни мазкур тамоми муносибатҳои байни истеҳсолкунандагон ва истеъмолкунандагони соҳаи парандапарвариро ба танзим меорад» [98].

Дар қонуни мазкур парандапарварӣ ҳамчун соҳае арзёбӣ шудааст, ки вазифаи он аз парвариш, нигоҳубин ва истифодаи намуду зотҳои гуногуни парандаҳо бо мақсади истеҳсоли тухм, гӯшт, пар, пат ва ғайра иборат мебошад. Ба ин қабил парандаҳо дар қатори мурғ, мурғобӣ, ғоз, мурғи фиръавн, бедона, кабӯтари гӯштӣ ва шутурмурғ, инчунин мурғи марҷон низ дохил мешавад.

«Дарвоқеъ, дар иқлими Тоҷикистон соҳаи мурғимарҷонпарварӣ метавонад ба яке аз соҳаҳои муҳимми истеҳсоли табдил ёбад. Фароҳам овардани шароити мусоид, ҷӯстани чораҳои беҳдошти саломатии парандагон ва оптимизатсияи равандҳои истеҳсолиро бе истифодаи усулҳои амсиласозӣ дуруст ташкил кардан кори бисёр душвор аст. Амсиласозии математикии динамикаи саршумор ва массаи биологӣ мурғи марҷон метавонад ба боло рафтани самаранокии захираҳои истифодашаванда мусоидат кунад» [28-96].

Шарҳи адабиёт. Қобили зикр аст, ки дар аксар таҳқиқҳои муосири ба омӯзиш, тасвир, ҳисобкунӣ, таҳлил, идоракунӣ, пешгӯӣ ва арзёбии динамикаи афзоиши синнусоли микдор, вазни зинда ва маҳсулнокии тухмдихӣ парандаҳо бахшидашуда, маъмулан, бартарӣ ба амсилаҳои математикие дода шудааст, ки дар онҳо бештар аз муодилаҳои логистикӣ истифода шудааст.

Масалан, дар мақолаи илмӣ «Амсилаи популятсионии механикию стохастикӣ истеҳсоли тухм» [175] муҳаққиқони англис С. А. Љонстон ва Р. М. Гоус (S. A. Johnston, R. M. Gous) амсилаи логистикиеро пешниҳод кардаанд, ки он метавонад бо истифода аз функцияҳои аллометрӣ (инъикоси вобастагии андозаи як орган аз як ё якчанд органҳои дигари организм) пешдиди маҳсулнокии тухмоварии мурғҳоро таъмин намояд.

Олимони ҳиндӣ Шив Прасад ва Д. П. Сингх (Shiv Prasad, D. P. Singh) бошанд, «ҳанӯз соли 2007 дар кори таҳқиқотии худ «Баъзе шаклҳои алтернативии амсилаи логистикӣ қатъатта барои тасвири графӣ истеҳсоли тухми парандаи ҳонагӣ», ки ба ҳалли масъалаи амсиласозии математикии тасвири маҳсулнокии тухмдихӣ мурғон бахшида шудааст, аз

амсилаҳои Мак-Миллан, Мак-Нелли, Нелдер ва дигарон истифода бурдаанд. Зимни таҳқиқоти худ муаллифони мазкур муқаррар кардаанд, ки дараҷаи сертухмии мурғонро аз ҳама беҳтар бо ёрии амсилаи регрессионии ғайрихаттии Мак-Миллан муайян кардан ба мақсад мувофиқ мебошад» [194].

«Расо пас аз як соли баргузори таҳқиқоти мазкур (соли 2008) ҳамин муҳаққиқон (Шив Прасад ва Д. П. Сингх) дар ин самт озмоишҳои илмӣ худро идома дода, дар мақолаи «Амсиласозии математикӣ барои тасвири хатҳои қачи истеҳсоли солони тухми мурғ» собит сохтаанд, ки тавассути усули амсиласозии математикӣ масъалаи омӯзиш ва пешгӯии муқовимати мурғонро ба тағйирёбии шароити муҳити атроф аллакай дар ибтидои онтогенез (инкишофи фардии организм) роҳандозӣ кардан имконпазир мебошад» [193].

Дар қори таҳқиқотии [163] бошад, муҳаққиқони мактаби илмӣ дигари ҳиндӣ Л. А. Биндя, Ҳ. Н. Н. Мурти, М. Р. Чаяшанка ва М. Г. Говиндайях (L. A. Bindya, H. N. N. Murthy, M. R. Jayashanka, M. G. Govindaiah) аз шаш амсилаи математикии мавриди таҳлил қарордодаи худ танҳо дутояшро барои пешгӯии маҳсулнокии мурғони тухмдеҳи хатти бройлери рангаи хоҷагиҳои парандапарварии яке аз минтақаҳои Ҳиндустон мувофиқ донистаанду бас.

«Гуруҳи калони муаллифони бразилиявии қори таҳқиқотии Р. П. Савегнаго, В. А. Р. Круз, С. Б. Рамос, С. Л. Каэтано, Г. С. Шмидт, М. К. Ледур, Л. Эл Фаро ва Д. П. Мунари (R. P. Savegnago, V. A. R. Cruz, S. B. Ramos, S. L. Caetano, G. S. Schmidt, M. C. Ledur, L. El Faro, D. P. Munari) дар мақолаи «Татбиқи амсилаҳои ғайрихаттӣ дар пай дар пай наздиккунии графикаи тухмгузори мурғони зоти «Легорни Сафед» барои хатҳои интиҳобшуда ва интиҳобнашудаи истеҳсолӣ», ки асосан ба тасвири дараҷаи сертухмии мурғони зоти мазкур вобаста ба мурури вақт бахшида шудааст, аз амсилаҳои полиномии ғайрихаттӣ ва сегментӣ истифода бурдаанд. Хусусияти фарқкунандаи ин амсилаҳо дар он зоҳир меёбад, ки бо ёрии онҳо давраи авҷи тухмгузори мурғони навъ ва зоти интиҳобшударо васеътар гардонидан имконпазир аст» [198].

Муҳаққиқи украинӣ Ю. А. Глебова барои санчиши дурустии хулосаи илмӣ ҳамақабони ҳиндӣ худ Шив Прасад ва Д. П. Сингх «дар мақолаи «Амсилаи пешгӯии муқовимати табиӣ мурғони тухмгузор дар ибтидои онтогенез» [35] ҳафт амсилаи математикии аз ҷиҳати ғоя ва сохту таркиб гуногунмаънӣ ва гуногунсохтро мавриди баррасӣ ва таҳлил қарор додааст, ки онҳо низ ба омӯзиш ва пешгӯии динамикаи афзоиш ва маҳсулнокии популятсияи мурғон бахшида шудаанд. Пас аз омӯзиш ва таҳлили ҳамаҷонибаи тарзи кори ин амсилаҳо муаллиф ба хулосае омадааст, ки барои арзёбии дурнамои маҳсулнокии тухмдиҳии мурғон амсилаҳои математикии Ричардс, Гомпертс ва Мак-Нелли бештар мувофиқ мебошанд. Дар таҳқиқоти мазкур, инчунин, хусусиятҳои динамикаи сертухмии гурӯҳҳои гуногуни мурғон ва комбинатсияи оптималии параметрҳои хатҳои қачи (графики) тухмдиҳӣ муқаррар карда шудаанд» [193].

Муҳаққиқони дигари украинӣ Е. А. Кучер ва М. В. Пасечник «дар мақолаи ба амсиласозии математикии динамикаи афзоиш ва маҳсулнокии мурғони ду кросси маъруфи «Ҳайсекс браун» ва «Ломанн браун» бахшидаи худ таҳлили хусусиятҳои динамикаи синнусолии вазни зиндаи ин кроссҳоро тавассути амсилаҳои математикии Т. Бричес, А. Пюттер ва Л. фон Берталанффи ба сомон расонидаанд» [96].

«Муаллифони мазкур зимни ин таҳқиқот итминон ҳосил кардаанд, ки «сарфи назар аз мансубияти кросс ва гурӯҳи тақсимотии мурғон маҳз ҳамин амсилаҳо метавонанд бо истифода аз усули қиёси байни маълумоти назариявӣ ва таҷрибавӣ қимати коэффитсиентҳои афзоиши кинетикӣ, экспоненсиалӣ ва вазни зиндаи парандагонро дуруст дифференсиатсия» кунанд. Онҳо муайян кардаанд, ки барои пешгӯӣ, тавсиф ва таҳлили динамикаи синнусолии вазни зиндаи мурғони кроссҳои мазкур амсилаи математикии Л. фон Берталанффи чандон мувофиқ набуда, баръакс, амсилаҳои Т. Бричес (мутобиқати натиҷаҳои амсилавӣ бо маълумоти таҷрибавӣ – 85,5-93,8%) ва А. Пюттер (мутобиқат – 96,0-98,8%) хеле мувофиқ мебошанд» [96].

Аз таҳлили мухтасари таҳқиқоти ин муаллифон бармеояд, ки татбиқи амсилаҳои математикии болозикр дар пешгӯии ҳам динамикаи афзоиши вазни зинда ва ҳам маҳсулнокии тухмдихии мурғон дақиқии баланди тавсифиро таъмин карда метавонанд. Тибқи иттилооти аз ин мақолаҳо бадастомада, андозаи дурравии (хатогии) натиҷаҳои бо ёрии амсилаҳои мазкур ҳисобшуда аз маълумоти таҷрибавӣ аз 5% зиёд намебошад, ки аз эътимоднокии баланди ин натиҷаҳо гувоҳӣ медиҳад.

Дар заминаи таҳлили нуктаҳои асосии дар ин мақолаҳо зикрффта ва баҳисобгирии натиҷаҳои илмӣ ва вачҳу далелҳои дар онҳо овардашуда мо дар мақолаи «Мутобиқгардони амсилаи математикии Мак-Миллан барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон» бо ёрии параметрҳои амсилаи такмилдодашудаи Мак-Миллан қонунияти динамикаи тухмгузори мурғи марҷонро $E(t)$ барои шароити иқлимию хоҷагидории Тоҷикистон муайян кардем [7-M; 12-M]:

$$E(t) = E_{max} \cdot (1 - e^{-\beta \cdot t}) \cdot e^{-\alpha \cdot t}.$$

Дар ин формула ба воситаи E_{max} – параметри қиёсирии сатҳи сертухмии паранда (сатҳи максималии имконпазири тухмгузорӣ барои зоти мушаххаси мурғи марҷон), α – нишондиҳандаи шиддати тухмгузори мурғ то лаҳзаи ба авҷ расидани дараҷаи тухмнокии он, β – нишондиҳандаи суръати коҳишёбии тухмгузори мурғ пас аз лаҳзаи авҷи тухмнокии он ишорат шудаанд.

Аммо зикри як нуктаи басо муҳимми дигарро дар ин ҷо қайд кардан зарур мешуморем, ки мутаассифона то ба имрӯз барои муқоиса ва арзёбии маҳсулнокии зоту навъҳои мурғони марҷони дар хоҷагиҳои парандапарварии Тоҷикистон парваришёбанда ба таври комплексӣ аз усулҳои амсиласозии математикӣ ва барномасозии компютерӣ мутлақо истифода нашудааст. Дар ҳоле ки амсилаҳои математикии қаблан барои тасвири рушду инкишофи дигар парандагон таҳияшударо метавон бо роҳи такмилдиҳӣ ва мувофиқгардонӣ дар идоракунӣ ва пешгӯӣ кардани динамикаи афзоиши вазни зиндаю маҳсулнокии мурғи марҷон самаранок истифода бурд ва бо

хамин васила ва роҳу усулҳои муосири барномасозӣ болобарии истеҳсоли гӯшту тухми парандаи дар хоҷагии парандапарварии мамлакат парваришбандаро таъмин кард.

«Бо назардошти нуктаҳои асосии болозикр, таҷрибаи кофии дар техникаи амсиласозӣ ва барномасозии равандҳои табиӣ (биологӣ, физикӣ, химиявӣ, экологӣ, иқтисодӣ ва ғайра) андӯхтаи худ ва омӯзишу таҳлили ҳамаҷонибаи имконоти усулҳои амсиласозии математикию компютери муосир мо дар ҳалли масъалаи таҳқиқоти навбатиамон, яъне дар таҳқиқи динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон ба амсилаҳои математикии мавҷудаи ба соҳаи парандапарварӣ бахшидашуда ва амсилаҳои математикии дар вақтҳои гуногун барои таҳқиқи ҷабҳаҳои дигар соҳаҳои иқтисодиёти мамлакат эҷодшуда така хоҳем кард» [28-31; 40; 54-92; 123-130; 143; 151-154; 177-178]. Зеро ин афзорҳои илмию технологӣ дар ҳалли ин гуна масъалаҳои иқтисодию хоҷагидорӣ қобили ҳаёти будани худро борҳо собит сохтаанд.

1.2. Мурғи марҷон ва махсусиятҳои биологию иқтисодии он

Мурғи марҷон ва соҳаи мурғимарҷонпарварӣ. Мурғи марҷон аз оилаи мурғи даштии тазавр (титав, фазан) сарчашма мегирад, ки макони зисти асосии он Амрикои Шимолӣ мебошад. Имрӯз он ба парандаи ҳонагӣ табдил ёфтааст ва гӯшти он, ҳамчун маводи ғизоии парҳезӣ, аз тарафи одамон ба таври васеъ истифода мешавад. Ин мурғро бештар дар хоҷагии парандапарварӣ (фермаҳо) парвариш мекунанд.

Популятсияи мурғи марҷони дар хоҷагӣ парваришбанда объекти истеҳсолоти аграрӣ (хоҷагии қишлоқ) ба шумор рафта, аз нуктаи назари амнияти озуқаворӣ аҳамияти калони иқтисодӣ ва истеъмоли дорад.

«Мурғи марҷон каллаи калон, тоҷи гӯштии сурх ва гардани дароз дорад. Ин мурғ бо садои баланди худ, ки дар вақти чуфтшавӣ ё ҳангоми эҳсоси хатар ба атроф паҳн мекунад, дар байни мардум шинохта шуда, маҳз бо хамин хусусияташ маъруф гаштааст. Вазни он метавонад то 20 кг ва аз он ҳам зиёдтар ва баландиаш то 1 м бошад» [167].

«Илова бар ин, мурғи марҷон дастгоҳи биноии (чашмони) хеле тараққикарда дорад ва дар ториқӣ низ хуб дида метавонад. Вай имконияти бо суръати то 40 км/соат давиданро дорад ва ҳатто ба масофаҳои кӯтоҳ парвоз ҳам карда метавонад» [42].

Мурғи марҷонро асосан барои гӯшт, тухм, пар ва дигар маҳсулоте парвариш мекунанд, ки онҳо дар соҳаҳои хӯрокворӣ, бофандагӣ ва дигар бахшҳои саноат истифодаи васеъ доранд. Гӯшти он нисбат ба гӯшти гов, гусфанд, буз ва дигар ҳайвонот парҳезтар ба ҳисоб меравад. Аз сабаби арзиши баланди ғизоӣ доштани гӯшти мурғи марҷон ин парандаро қариб дар тамоми минтақаҳои ҷаҳон, аз ҷумла дар Тоҷикистон, ба таври васеъ парвариш мекунанд.

Аз рӯйи хусусиятҳои биологӣ парандаҳои навъи гӯштӣ мурғи марҷон ба яке аз манбаъҳои асосӣ, сермахсул ва аълосифати гӯшти парҳезӣ, табобатӣ ва серсафеда дохил мешавад. Захираҳои табиӣ ва сунъии саршумори мурғи марҷон дар ҷаҳон хеле зиёд ва басанда буда, тибқи иттилои мутахассисон дар солҳои наздик боз ҳам зиёдтар афзоиш хоҳад ёфт.

Мурғи марҷон парандаи иҷтимоӣ аст. Он маъмулан дар галаҳо зиндагӣ мекунад. Ҷисми ин мурғ бузург буда, бо пар пӯшонида шудааст ва вобаста ба зоташ ранги он метавонад гуногун бошад. Мурғи мазкур дар парвариш нисбатан одӣ, камталаб, қаноаткор ва пуртоқат мебошад. Онро ҳам дар фазои кушод (сахро, ҳавлӣ, боғ) ва ҳам дар дохили бино (ферма) нигоҳ дошта, парвариш кардан мумкин аст. Барои рушди матлуби мурғи марҷон хӯрокворӣ ва шароити нигоҳдории онро дуруст ташкил кардан ва нигоҳубини зооветеринарии онро сари вақт анҷом додан кифоя аст.

Аз ин рӯ, имрӯз соҳаи мурғимарҷонпарварӣ ба яке аз бахшҳои муҳим ва асосии соҳаи парандапарварӣ табдил ёфтааст. Соҳаи мазкур бо назардошти харчи кам ва даромаднокии баланди худ дар байни дигар соҳаҳои истеҳсолкунандаи тухм ва гӯшти паранда имрӯз маъруфияти хосса пайдо карда, аз нигоҳи иқтисодӣ ҳамчун соҳаи ғоидаовар, осонидорашаванда, муфид ва зуд рушдкунанда шинохта шудааст.

Соҳаи мурғимарчонпарварӣ бартариҳои зиёд дорад. Бартариҳои тиҷории соҳаи мурғимарчонпарварӣ дар қиёс бо дигар соҳаҳои парвариш ва тиҷорати маҳсулоти мурғӣ дар он зоҳир мегардад, ки маҳсулоти низоми мурғӣ марчон дар муддати хеле кӯтоҳ ба даст оварда мешавад.

Бартариҳои иқтисодии истеҳсоли мурғӣ марчон бошад аз рӯйи он муайян ва баҳо дода мешавад, ки талаботи истеъмолкунандагон ба маҳсулоти низоми он, ҳамчун ба ғушти парҳезӣ ва безарари ғизоӣ, имрӯз хеле зиёд гашта, ин раванд ба худ характери устувор ва мунтазам ривҷёбандаро қабул кардааст.

Ҳоло дар саросари ҷаҳон, аз ҷумла дар мамлакатҳои Иттиҳоди Давлатҳои Мустақил зотҳо ва навъҳои гуногуни мурғӣ марчон парвариш карда мешаванд: зотҳои биринҷӣ ва сафеди кавкази шимолӣ, зотҳои биринҷӣ ва сафеди маскавӣ, зоти сиёҳи тихоресӣ, зоти сафеди синапахн, зоти ўзбекии зардтоб, зоти англисии сафеди синапахн ва ғайра.

Дар ҷумҳурии мо популятсияҳои маҳаллии мурғӣ марчон парвариш карда мешаванд. Онҳо дар заминаи зотҳои гуногуни мурғони марҷони воридотӣ офарида шудаанд. Ранги ҷувармои онҳо асосан сиёҳ, сафед ва сиёҳусафед (ҷоларанг) мебошанд (расми 1.1).



Расми 1.1. Парвариши популятсияи мурғӣ марҷони маҳаллӣ дар шароити сахро

Манбаъ: Мавод аз интернет

«Маҳалҳои асосии парвариши мурғи марҷонро ноҳияҳои Ёвон, Данғара, Рӯдакӣ, Ванҷ, Дарвоз ва дигар минтақаҳои Тоҷикистон ташкил медиҳанд. Вазни модинаҳои онҳо то 7-9 кг ва наринаҳояшон то 11-13 кг шуда метавонад. Дар як сол онҳо метавонанд аз 30 то 50 дона тухм ба бор оранд» [20].

Таҳлилҳо ва андешаҳои болозикр моро ба хулосабарорӣ ва натиҷагирии зайл водор месозанд: дар шароити мусоиди иқлими Тоҷикистон, хусусан шароити минтақаҳои кӯҳӣ ва наздикӯҳии ин кишвари офтобрӯя, соҳаи мурғимарҷонпарварӣ метавонад ба яке аз соҳаҳои муҳимми истеҳсолӣ ва ояндадори парвариши парандаи гуشتӣ табдил ёбад ва дар таъмини амнияти озуқаворӣ мамлакат нақши муассир бозад. Зеро дар кишвари мо барои рушди соҳаи мурғимарҷонпарварӣ пойгоҳи мувофиқ ва бузурги ғизои гуногунранг ва гуногунтаъми мурғи марҷон вучуд дорад.

Хусусиятҳои гӯшти мурғи марҷон. Тавре қайд кардем, мурғи марҷон яке аз бузургтарин парандаҳои парваришиёбандаи соҳаи кишоварзӣ ба ҳисоб меравад. Хусусиятҳои биологӣ ва иқтисодии ин мурғи наҷиб дар таҳқиқоти олимони соҳаи аграрӣ ҳам ҷумхурӣ ва ҳам хориҷӣ, масалан, дар корҳои таҳқиқотии [42; 11-М; 16-М; 17-М] мавриди таҳлил ва арзёбӣ қарор гирифтааст, ки мо зимни амсиласозии марҳилаҳои ҳаёти он бештар ба далелҳои дар ҳамин таҳқиқотҳо дарҷёфта такя хоҳем кард.

Тибқи [20] вазни зиндаи наринаҳои мурғи марҷон то ба 18-20 кг ва модинаҳояш то ба 10-12 кг расида метавонанд, ки зиёда аз 70 Ҷоизи онҳоро гӯшти тозаи истеъмоли ташкил медиҳад.

«Гӯшти мурғи марҷон дорои беҳтарин хусусиятҳои ғизоӣ, таъмӣ ва табобатӣ мебошад. Истеъмоли он имунитетро тақвият дода, кори мағзи сарро беҳтар мекунад ва низоми дилу рағҳоро ба танзим меорад. То 28% таркиби гӯшти онро сафеда (протеин) ташкил медиҳад, дар ҳоле ки дар гӯшти дигар намуди парандаҳо он ҳамагӣ 14-18 Ҷоизро ташкил медиҳад. Гӯшти он аз оҳан, витаминҳо (хусусан витамини В) ва микроэлементҳо бой буда, миқдори рағғанҳои чарбӯии таркибаш хеле кам (2-5%) мебошад» [5].

Табибон хосиятҳои ғизоии муфиди гӯшти мурғи марҷонро ба ҳисоб гирифта, истеъмоли онро ҳам барои одамони бо меҳнати вазнини ҷисмонӣ машғулбуда, ҳам барои шахсони бо фаъолияти зехнию эҷодӣ машғулбуда ва ҳам барои модарони ширдеҳ тавсия медиҳанд.

«Дар мавриди бо истифода аз технологияҳои муосир ба роҳ мондани парвариши мурғи марҷон дар як сол аз 10 сар мурғ то 600 сар чӯча гирифтани мумкин аст. Аз ин миқдор чӯча метавон дар давоми сол ҳадди аққал 3 тонна вазни зинда ё 2,1 тонна гӯшти арзону ғоидабахш истеҳсол намуд» [4].

«Таҷрибаю мушоҳидаҳои мутахассисони соҳа нишон додаанд, ки суръати афзоиши биомассаи мурғи марҷони парваришӣ нисбат ба суръати афзоиши биомассаи мурғ, мурғобӣ ва қози парваришӣ зиёдтар мебошад. Дар давраи парвариш, ки 90-120 шабонарӯзро ташкил медиҳад, вазни зиндаи чӯчаҳои мурғи марҷон қариб 80-90 маротиба меафзояд ва ба 4,5-5,0 кг мерасад. Барои ба 1 кг зиёд намудани вазни чӯчаи он кифоя аст, ки 2,0-2,5 кг хӯрокаи ба он таъмин карда шавад» [42].

Дар маҷмӯъ, хусусиятҳои баланди ғизоӣ ва парҳезии мурғи марҷон ва маззаи ғавқулодаи гӯшти он имрӯз мартаба ва ҷойгоҳи онро дар қатори муфидтарин ғизоҳои мунтазам истеъмолкунандаи инсон муайян кардааст.

Истеҳсоли ҷаҳонии гӯшти мурғи марҷон. «Дар ҳоли ҳозир дар бисёр кишварҳои ҷаҳон тамоюли устувори болоравии истеҳсол ва истеъмоли гӯшти паранда мушоҳида мешавад. Тибқи маълумоти FAO (Food and Agriculture Organization) – Созмони озуқа ва кишоварзии СММ дар тули 30 соли охир истеҳсоли гӯшти паранда аз 1,5 миллион *тонна* ба 5,5 миллион *тонна* расонида шуда, тақрибан 3,7 маротиба афзудааст» [167].

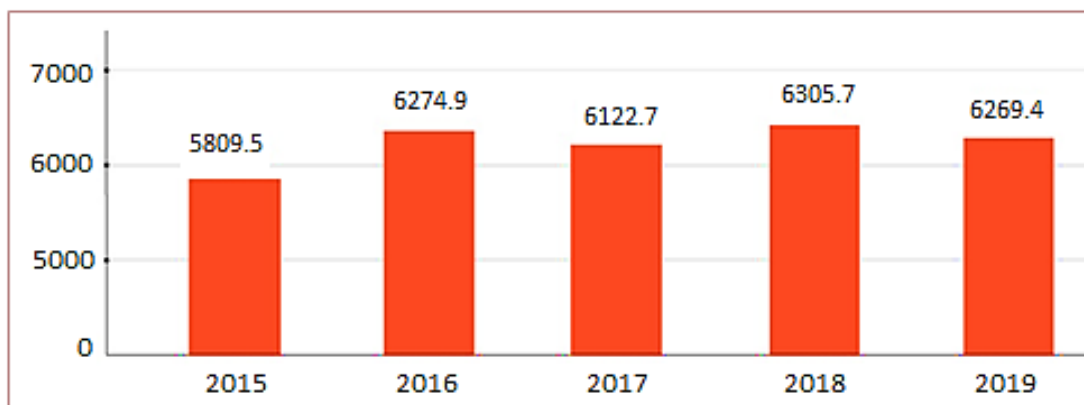
«Дар солҳои 2010-2012 танҳо теъдоди мурғи марҷон дар тамоми ҷаҳон 476481 ҳазор сарро ташкил додааст ва истеҳсоли гӯшти он дар ин солҳо аз 5290 ҳазор *тонна* то ба 5610 ҳазор *тонна* расонида шуда, ба сари ҳар як нафар аҳолии курраи Замин дар як сол он 800 г (0,8 кг)-ро ташкил додааст. Дар соли 2015 бошад истеҳсоли гӯшти паранда ба 95 миллион *тонна* расонида шудааст» [167].

«Тайи солҳои зикршуда ШМА ва Бразилия дар истеҳсоли маҳсулоти паранда ва истеъмоли он дар сафи пеш қарор доштанд. Масалан, дар ШМА дар ин солҳо зиёда аз 55% истеҳсоли ҷаҳонии маҳсулоти мурғи марҷон ба роҳ монда шуда буд. Дар Италия ин нишондиҳанда ба 18%, дар Франция ба 15%, дар Англия ба 7%, дар Германия низ ба 7% ва дар Бразилия ба 4% баробар буд» [167].

«Аммо бо дарназардошти гузориш ва маълумоти омории ширкати Strategies Agrifood дар бораи динамикаи истеҳсоли гӯшти мурғи марҷон дар Иттиҳоди Аврупо, ШМА, Бразилия ва дигар кишварҳои ҷаҳон, истеҳсоли гӯшти ин паранда дар Федератсияи Россия дар соли 2021 якбора 22,67% афзоиш ёфта ба 400,1 ҳазор *тонна* (дар вазни забҳшуда) расонида шудааст, ки ин нишондиҳанда Россияро дар ҷаҳон ба ҷои дуюм баровардааст» [5].

Тибқи иттилооти «Агровести» «оид ба шарҳи бозори гӯшти мурғи марҷон дар соли 2019 истеҳсоли ҷаҳонии гӯшти ин навъи мурғ 6,3 миллион тоннаро ташкил додааст, ки нисбат ба соли 2018 он 0,6% камтар будааст. Тайи солҳои 2015-2019 бо сабаби хуруҷи зуқомӣ паранда ва дигар намуди бемориҳои ҳайвонот сатҳи ноустувори истеҳсоли маҳсулоти ҷаҳонии гӯшти паранда ба қайд гирифта шудааст» [4].

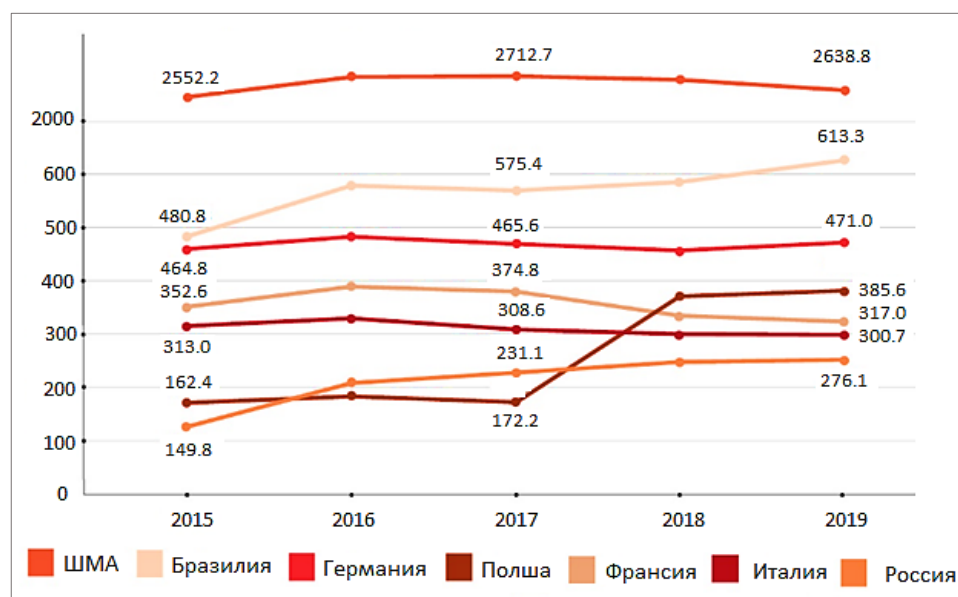
«Аз рӯйи натиҷаҳои соли 2019 ба 10 кишвари ҷаҳон тақрибан 88% истеҳсоли умумии гӯшти мурғи марҷон рост омадааст, ки дар ин рӯйхат ШМА бо ҳаҷми истеҳсоли 2,6 миллион *тонна* гӯшт ё 42% аз нишондиҳандаи умумиҷаҳонӣ ба ҳайси бузургтарин истеҳсолкунандаи гӯшти мурғи марҷон боқӣ мондааст. Ин нишондиҳанда назар ба ҳаҷми истеҳсоли Бразилия (613,3 ҳазор *тонна* ё 10% истеҳсоли ҷаҳонӣ) 4 баробар бештар аст. Пешсафони дигари истеҳсоли мурғи марҷон Германия, Полша, Франция ва Италия доништа шудаанд. Соли 2019 ФР бо саҳми 4,4% дар истеҳсоли ҷаҳонии гӯшти мурғи марҷон (276,1 ҳазор *тонна*) дар ҷои ҳафтум қарор гирифтааст» [167] (расмҳои 1.2-1.4).



Расми 1.2. Диаграммаи истеҳсоли гӯшти мурғи марҷон дар ҷаҳон (ҳазор тонна).
Манбаъ: Маълумоти FAOSTAT [167]

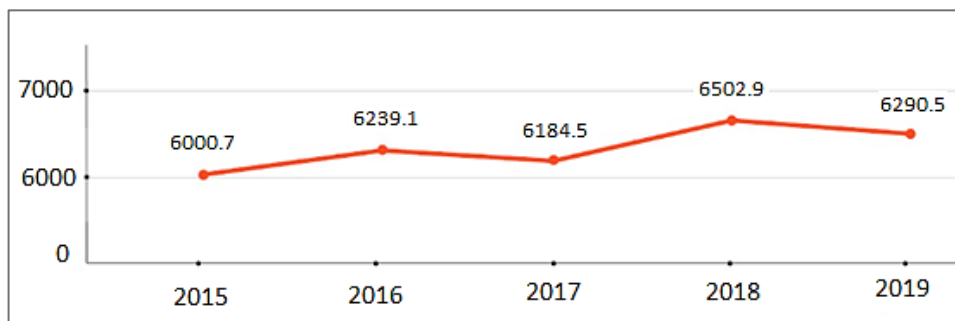


Расми 1.3. Ҳиссаи бузургтарин истеҳсолкунандагони ҷаҳон дар истеҳсоли гӯшти мурғи марҷон дар соли 2019 (%). Манбаъ: Маълумоти FAOSTAT [167]



Расми 1.4. Динамикаи истеҳсоли гӯшти мурғи марҷон дар бузургтарин истеҳсолкунандагони ҷаҳон (ҳазор тонна). Манбаъ: Маълумоти FAOSTAT [167]

«Гарчанде дар соли 2019 истеъмоли гӯшти мурғи марчон (6,29 миллион тонна) нисбат ба соли 2018 дар тамоми ҷаҳон коҳиш (3,3%) ёфта бошад ҳам, вале дар маҷмуъ шуруъ аз соли 2015 инҷониб истеъмоли ҷаҳонии ин навъи маҳсулот бахусус дар кишварҳои Осиё, Шарқи Наздик ва Африка ба андозаи 4,8% афзоиш ёфтааст» [167] (расми 1.5).



Расми 1.5. Динамикаи истеъмоли гӯшти мурғи марчон дар ҷаҳон дар солҳои 2015-2019 (ҳазор тонна). Манбаъ: Маълумоти FAOSTAT [167]

1.3. Хусусиятҳои динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон дар шароити хоҷагиҳои парандапарварии Тоҷикистон

Дар Тоҷикистон мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ нисбат ба дигар навъҳои он маъруфияти бештар пайдо кардаанд. Ин мурғон қариб дар аксар ноҳияҳои ҷумҳурӣ парвариш меёбанд, вале популятсияи онҳоро аз ҳама бештар дар ноҳияҳои Ёвон, Данғара, Ванҷ, Дарвоз ва Рӯдакӣ вохӯрдан мумкин аст. Мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ, ки имрӯз барои шароити табию иқлимии Тоҷикистон кроссҳои сермаҳсул ба ҳисоб мераванд, дар хоҷагиҳои парандапарварии ноҳияҳои Ёвон ва Данғара ба таври саноатӣ парвариш карда мешаванд.

Тавсифи биологии мурғони марҷони зотҳои таҳқиқотӣ. Мурғи марҷони зоти сафеди синапахн дар мобайни асри XX бо усули интихоб ва мутобиқгардонӣ аз зотҳои мавҷудаи дар ИМА парваришёбанда ба вуҷуд оварда шуда, бо роҳи интиқол ба дигар мамлакатҳои ҷаҳон паҳн карда шудааст. Ба Тоҷикистон зоти мазкур тавассути стансияи таҷрибавии Ставрополи Федератсияи Россия ва дигар ширкатҳои зотпарварии ин мамлакат ворид гардидааст.

Хусусияти асосии ин мурғ дар он равшан мегардад, ки он синаи фарроху барчааст дорад. Сифати баланди гӯшти парҳезии мурғи марҷони зоти сафеди синапахн аз гӯшти дигар парандаҳо ба куллӣ фарқ мекунад. Дар заминаи хосиятҳои биологӣ мурғи мазкур бисёр кроссҳои тезрасу сермахсули вазнашон ҳам сабук, ҳам миёна ва ҳам вазнин офарида шудаанд.

Кроссҳои вазнашон миёнаро барои гӯшт то синни 17-ҳафтагӣ парвариш менамоянд, ки дар ин фосилаи вақт вазни зиндаи онҳо то 4,0-4,5 кг мерасад. Сикли парвариши кроссҳои гӯштии вазнашон калони мурғи марҷони зоти сафеди синапахн то 22-26 ҳафта буда, вазни модинаҳои онҳо то 7-11 кг ва наринаҳояшон то 15-25 кг мерасад. Дар давоми сол мурғони 7-8-моҳаи зоти мазкур метавонад то 70-90 *дона* тухм диҳад [3; 11-М].

Популятсияи навъи маҳаллии мурғи марҷон дар асоси зоту кроссҳои гуногуни дигар мурғони марҷони дар солҳои қаблӣ ба ҷумҳурӣ воридгардида офарида шудааст. Дар як сол мурғони болиғи ин навъ ҳамагӣ 30-50 *дона* тухм медиҳанд. Вазни ҷӯҷаҳояш дар синни 4-5 моҳагӣ ба 2,5-3,0 кг расида, вазни модинаҳои болиғи он то 7-9 кг ва наринаҳояш то 11-13 кг мерасад. Ранги пару боли аксар мурғони навъи мазкур сиёҳ ё сафед буда, ранги дурағаҳои онҳо метавонанд сиёҳусафед (ҷоларанг) бошанд. Мурғи марҷони навъи маҳаллӣ ба шароити чарогоҳҳои кӯҳӣ, наздикӯҳӣ ва ҳамвори мамлакат куллан мутобиқ гардида, дар тамоми давраи парвариш худро солиму тавоно намоиш медиҳад.

«Тибқи таҳқиқоти мутахассисони соҳа дар хоҷагии парандапарварии кишвар нишондиҳандаҳои истеъмоли ғизо, суръати афзоиш, фоизи солиммонӣ ва вазни зинда дар давраи парвариш ва пеш аз забҳи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн нисбат ба ҳамин гуна нишондиҳандаҳои навъи маҳаллии ин мурғ беҳтар мебошад (ҷадвали 1.1)» [20].

«Мо натиҷаҳои компютери таҳқиқоти худро роҷеъ ба нишондиҳандаҳои асосии рушди индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияи ин навъҳои мурғони марҷон бо маълумоти омории аз сарчашмаҳои гуногун дастрасшуда қиёс намудем, ки онҳо асосан марбут ба

мурғони марҷони дар шароити хоҷагии парандапарварии ҶДММ «Точгол»-и ноҳияи Ёвони вилояти Хатлон парваришёбанда мебошанд» [20].

Ҷадвали 1.1. Нишондиҳандаҳои биологӣ мурғи марҷон

Нишондиҳанда	Зоти сафеди синапахн	Навъи маҳаллӣ
Ҷоизи солиммонии ҷавонаҳои мурғи марҷон дар давраи парвариш (%):		
ҳафтаҳои 1-4/5-8 /9-12 /13-17	94 / 92 / 90 / 89	93 / 92 / 92 / 92
Вазни зиндаи ҷавонаҳои мурғи марҷон дар давраи парвариш (г):		
1-шабонарӯза	58,2±0,37	54,1±0,4
4-ҳафтагӣ	400,4±3,5	394,8±2,6
8-ҳафтагӣ	1251±13,1	1145±12,3
12-ҳафтагӣ	2388±26,8	2024±28,4
17-ҳафтагӣ	4092±27,7	3826±35,2
Истеъмоли ғизо аз ҷониби 1 сар мурғ (г) / сарфи хӯрок (г) ба 1 кг вазни зиндаи мурғ:		
дар синни 0-4-ҳафтагӣ	1045±1,9 / 3,06±0,02	1000±1,1 / 2,94±0,02
дар синни 4-8-ҳафтагӣ	3010±8,4 / 3,54±0,05	2905±6,7 / 3,87±0,06
дар синни 8-12-ҳафтагӣ	5910±9,6 / 5,20±0,04	5640±11,2 / 6,42±0,06
дар синни 12-17-ҳафтагӣ	6635±5,6 / 3,90±0,05	6385±9,3 / 3,54±0,05
дар тамоми давраи парвариш	16600±0,03 / 4,12±0,03	15930±0,05 / 4,22±0,04
Афзоиши вазни зинда (г) / меъёри миёнаи шабонарӯзии афзоиши вазн (г) дар синни:		
дар синни 0-4-ҳафтагӣ	342,0±1,20 / 12,7±0,11	340,7±0,63 / 12,6±0,09
дар синни 4-8-ҳафтагӣ	849,6±1,08 / 31,5±0,21	750,2±1,13 / 27,8±0,31
дар синни 8-12-ҳафтагӣ	1137,0±1,61 / 42,1±0,28	879,1±2,03 / 32,6±0,34
дар синни 12-17-ҳафтагӣ	1704,1±2,45 / 48,7±0,38	1802,0±3,14 / 51,5±0,37
дар тамоми давраи парвариш	4032,6±14,28 / 33,9±0,32	3771,9±51,66 / 31,7±0,32
Вазни зиндаи миёнаи мурғи марҷон пеш аз забҳ (кг)		
дар синни 120-рӯзагӣ	4,29±0,38	3,91±0,24
Вазни зиндаи мурғи марҷон дар гурӯҳҳои синнусолӣ (кг):		
дар 210-рӯзагӣ, нарина / модина	8,98±0,07 / 5,06±0,10	8,65±0,08 / 4,40±0,08
дар 410-рӯзагӣ, нарина / модина	8,98±0,07 / 5,06±0,10	9,17±0,09 / 4,98±0,08
Тухмнокии миёнаи мурғ:		
дар синни 210-410 рӯзагӣ, <i>дона</i>	73,1±0,15	66,2±0,37
вазни миёнаи тухм, г	81,6±0,23	75,1±0,28
бордоршавии тухмҳо / баромади ҷўҷаҳои солим, %	81,3 / 69,8	75,0 / 64,2
вазни нисбӣ дар тухм, %: сафедӣ / зардӣ / пўчоқ	57,0 / 34,0 / 9,0	56,5 / 33,3 / 10,2
таркиби тухм, %: сафеда/равған	13,0 / 12,2	12,0 / 12,1
Сарфи хӯрокворӣ ба 1 сар мурғи марҷон (г/шб):		
дар синни 17-58-ҳафтагӣ	230,0±3,01	218,0±2,90

Тавзеҳ: Такмил ва умумигардонии ҷадвалҳои кори таҳқиқотии [20] аз тарафи муаллиф [11-М].

1.4. Тарзҳои ташкили босамари хоҷагҳои мурғимарчонпарварӣ

«Хоҷагҳои муосири мурғимарчонпарварие, ки сикли пурраи истеҳсоли доранд, метавонанд дар як сол аз 500 ҳазор то 1 миллион сар мурғи марчон парвариш кунанд ва ба истеъмолкунандагон дастрас намоянд. Ин гуна хоҷагҳои парандапарварӣ маъмулан дорои якчандтоғи сеҳ барои парвариш ва нигоҳдории мурғони волидайнӣ (мурғҳои наслдиҳанда, тухмӣ), мурғҳои таъмирӣ (мурғҳои эҳтиётӣ барои ҷойгузини мурғҳои наслдиҳанда), сеҳҳои инкубатсионӣ, сеҳҳои парвариши мурғи гӯштӣ, сеҳҳои забҳи паранда ва сеҳҳои сардкунанда (яхдонӣ) мебошанд» [95].

Барои он ки парвариши мурғи марчон фоидаи зиёд ба даст биёрад, бисёр муҳим аст, ки хоҷагии мурғимарчонпарварӣ дуруст бунёд ва ташкил карда шавад:

- зотҳои мурғи марчонро интихоб кардан лозим аст, ки ба муҳити маҳалли парвариш мувофиқ бошанд;
- ба ташкили комплекси мурғимарчонпарварӣ оқилона муносибат зоҳир кардан лозим аст;
- тараққиёт ва рушду инкишофи хоҷагии мурғимарчонпарвариро аз диди оянда ба нақша гирифтани лозим аст.

Хароҷоти назарраси молиявӣ дар созмондиҳии хоҷагии мурғимарчонпарварӣ асосан ба харидани замини пойгоҳӣ барои сохтмони комплекси мурғпарварӣ, сохтмони худи комплекс, насб ва танзими таҷҳизоти технологӣ, хариди зотҳои мувофиқи парандагон барои парвариш ва харидории ғизои мурғи марчон рост меояд. Ҳаҷми сармоягузорӣ бештар аз иқлими маҳал, интихоби усули парвариши мурғи марчон ва аз мавҷудияти майдони истеҳсолии хусусии хоҷагӣ вобастагӣ дорад.

«Дар мавриди дуруст ташкил кардан, сохтан ва созмон додани комплекси хоҷагии мурғимарчонпарварӣ истеҳсолот метавонад дар зарфи 2-5 соли фаъолияти муваффақона ва босамари он тамоми хароҷоти худро

пӯшонад ва ба ғоидаоварӣ ҳусни оғоз бахшад. Даромаднокӣ ва ғоидаи соф аз парвариши мурғи марҷонро метавон то ба 98 ғоиз расонид» [103].

«Ба нишондиҳандаҳои асосии сифати парвариши мурғи марҷон, ки бояд ҳар як мурғпарвари навкор ба онҳо таваҷҷуҳ зоҳир намояд, зеринҳоро дохил кардан мумкин аст» [42]:

- суръати (афзоиши) вазнафзункунии ҳарҳафтагии мурғи марҷон (нарина – 145 г, модина – 90 г);
- муқовимати баланди организми мурғ ба бемориҳо;
- таносуби баланди вазни зинда (100%) ва вазни забҳшудаи мурғи марҷон (81%) (барои муқоиса, масалан, мурғи бройлери 72%, чорвои калони шохдор 60%);
- арзиши пасти истеҳсоли як килограмм гӯшти мурғи марҷон;
- арзиши (нархи) баланди фурӯши як килограмм гӯшти мурғи марҷон.

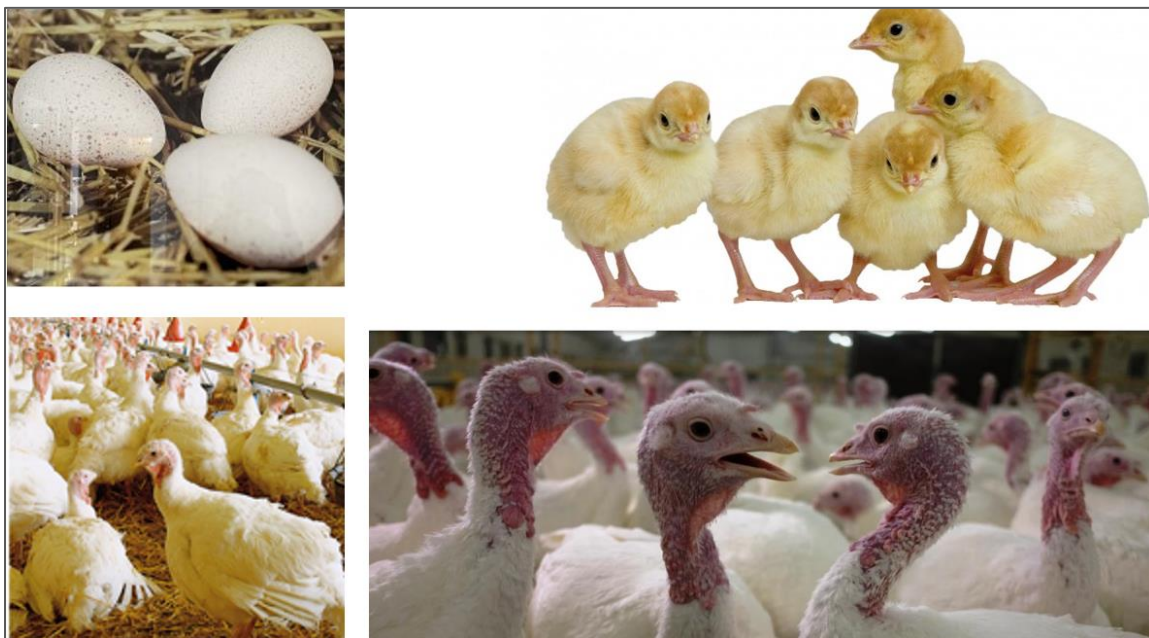
Даромади минбаъдаи хоҷагии мурғимарҷонпарвариро аз ҳисоби дар ҳудуди хоҷагӣ сохтани сеҳҳои забҳ ва истеҳсоли гӯшт, аз худ кардани технологияҳои мукаммали коркарди гӯшти мурғи марҷон ва дар шакли маҳсулоти гуногун (масалан, гӯшти мурғи тозакардашудаи яклухт, гӯшти ба қисматҳо ҷудокардашудаи мурғ, ҳасибу ҳасибчаҳо, шнитсел, котлет ва ҳар гуна маҳсулоти дигари нимтайёр) ба истеъмолкунандагон пешкаш намудани онҳо зиёд гардонидан мумкин аст.

Омилҳои беҳдошти мурғимарҷонпарварӣ. «Муҳимтарин омилҳои дастрасӣ ба истифодаи самарабахши нерӯи генетикии мурғи марҷон аз дуруст ташкил кардани сохтори мурғхонаӣ, назорати қатъӣ бурдани ҳолати санитарии он, омода намудани ратсиони оптималӣ ва шароити хуби муҳити зисти мурғон вобаста мебошанд» [42]. Фароҳам овардани шароити мусоид барои беҳдошти саломатии парандагон дар якҷоӣ бо таъмини муваффақонаи ғизои онҳо гавари раванқи соҳаи мурғимарҷонпарварӣ доништа мешавад.

Банақшагирӣ ва татбиқи чораҳои зарурии санитарӣ барои пешгирии пайдоиш ва паҳншавии бемориҳои парандагон муҳим арзёбӣ карда мешавад. Қадамҳои ниҳодашаванда бояд ба пурра нест намудани бактерияҳо, вирусҳо,

мағоракҳо, паразитҳо ва ҳашаротҳои зараровару хатарнок аз муҳити зисти парандагон нигаронида шаванд.

Парандапарварон бояд чиддан талаботи ҳатмии дар як бино нигоҳ надоштани якчанд гурӯҳҳои синнусолии мурғонро риоя кунанд. Макони ҷойгиршавии парваришгоҳҳои мурғи марчон бояд бо бардоштани деворҳои маҳдудкунанда ва бетон намудани майдончаҳои назди мурғхонаҳо аз дигар парваришгоҳҳо, масалан чорво, моҳӣ ё парандапарварӣ, дар масофаҳои аз ҳамдигар дур муайян карда шаванд. Бинои мурғхонаҳои парвариши ҷўҷаҳо ва ҷавонаҳоро аз бинои мурғхонаҳои фарбеҳкунии мурғони марҳилаи ниҳой ҷудо ҷойгир кардан ба мақсад мувофиқ аст, то ки раванди сироятбӣ аз бемориҳои инфексионии байни парандагон пешгирӣ карда шавад (расми 1.6).



Расми 1.6. Тарзи парвариш ва нигоҳубини мурғи марчон дар муҳити пўшида

Манбаъ: Мавод аз интернет

Дар соҳаи парандапарварӣ ду навъи низоми микроиқлимии мурғхонаҳои мурғимарчонпарвариро фарқ мекунанд: муҳити мурғхонавии кушода ва муҳити мурғхонавии пўшида.

Низоми микроиқлимии мурғхонаҳои навъи кушода бо деворҳои калони кушодаи худ, ки метавонанд вобаста ба масрафи ҳаво ё ҳарорат бо жалюзаҳои пленкавии танзимшаванда ё тирезаҳои табақабандишаванда таъмин бошанд, тавсиф дода мешаванд. Дар низоми микроиқлимии

мурғхонаҳои навъи пӯшида бошад, ҳавои тоза тавассути сӯроҳҳои махсус ё вентилляторҳои дар деворҳо насбшуда ворид мегардад (расми 1.6).

Ҳамин тариқ, микроиклими мурғхона ва сифати ҳавои он омилҳои калидии парвариши босамари мурғи марҷон ба ҳисоб мераванд. Барои дар сатҳи баланд ташкил намудани парвариши мурғи марҷон, ҳатман бо газҳои оксиген дуруст таъмин намудани мурғхона, хориҷ намудани миқдори номақбули гармӣ ва намӣ аз он, коҳиш додани ҷангу ғубор ва газҳои зараровари дохили он, ба монанди аммиак, диоксид ва монооксиди карбон зарур ҳисобида мешаванд.

«Сифати ҳавои дохили мурғхона аз системаҳои вентилтсионӣ ва гармидиҳандаи он саҳт вобаста мебошад, зеро маҳз ин омилҳо метавонанд шароити дохили мурғхонаро бо шароити муҳити атроф наздик кунанд» [4].

1.5. Асосҳои биологӣ ва иқтисодии амсиласозии математикии популятсияи мурғи марҷон

Амсиласозии динамикаи саршумор (популятсия) ва биомассаи мурғи марҷони дар хоҷагӣ (ферма) парваришёбанда метавонад ба оптимизатсияи равандҳои истеҳсоли ва баланд бардоштани самаранокии захираҳои истифодашаванда мусоидат кунад. Барои амсиласозӣ омилҳои зеринро ба эътибор гирифтани лозим аст:

- саршумори мавҷудаи мурғ;
- дараҷаи афзоиши (таваллуди) мурғ;
- дараҷаи камшавии (фавти) мурғ;
- дараҷаи истеъмоли ғизо аз ҷониби мурғ;
- дараҷаи истеъмоли об аз ҷониби мурғ;
- шароити нигоҳдории мурғ;
- шароити нигоҳубини мурғ;
- тағйироти мавсимӣ дар истеҳсоли гӯшти мурғ;
- тағйироти мавсимӣ дар талабот ба гӯшти мурғ ва ғайра.

Зимни амсиласозии динамикаи саршумор ва биомассаи мурғи марҷон аз амсилаҳои математикии ба принципҳои динамикаи биологӣ асосёфта истифода бурдан мумкин аст, ки амсилаи Лотка-Волтерра яке аз онҳо ба шумор меравад.

«Амсилаи мазкур тибқи номи муаллифонаш (Lotka, 1925; Volterra, 1926) номгузорӣ шуда, таъсири мутақобилаи байни популятсияҳои ду намуди ҳайвонотро тавсиф мекунад. Аз ин афзори таҳқиқотӣ маъмулан барои амсиласозии системаҳои «даранда-сайд», «паразит-мизбон», рақобати байни ду намуди биологӣ ва муносибатҳои байни онҳо истифода мебаранд» [102].

Дар амсилаҳои математикии ба принципҳои Лотка-Волтерра асосёфта маъмулан ғояҳои муодилаҳои маъруфи Малтус, Ферхюлст ва дигарон моҳирона истифода шуда, дар шакли системаи муодилаҳои зерин ифода карда мешаванд:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = rN - aNP \\ \frac{dP}{dt} = -bP + kNP, \end{cases} \quad (1)$$

ки дар ин ҷо, масалан, мувофиқан барои ҳолати таҳқиқотии мо, N – бузургии популятсияи мурғҳои марҷони дар саҳро парваришёбанда, P – бузургии популятсияи ҳайвоноти даранда (масалан, рӯбоҳҳо), $\frac{dN}{dt}$ – суръати афзоиши популятсияи мурғҳо, $\frac{dP}{dt}$ – суръати афзоиши популятсияи дарандаҳо, t – вақти таҳқиқотӣ ($t \in [t_0; t_n]$), r – коэффитсиенти тавлиди (афзоиши) мурғҳо, b – коэффитсиенти марги табиӣ (коҳиши) дарандаҳо, a – коэффитсиенти куштори мурғҳо ҳангоми вохӯрии онҳо бо ҳайвоноти даранда ва k – коэффитсиенти такрористеҳсоли (репродуксияи) дарандаҳои серро ифода мекунанд.

Амсилаи Лотка-Волтерраро (1) ба осонӣ барои арзёбии саршумор ва биомассаи мурғи марҷони дар муҳити кушод парваришёбанда мутобик гардонидан мумкин аст:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = rN - aNP \\ \frac{dB}{dt} = \varphi(B(t)) - b_1B, \end{cases} \quad (2)$$

ки дар ин ҷо N – саршумори умумии мурғҳои парваришёбанда, B – биомассаи миёнаи индивидҳои мурғи марҷон, t – вақт ($t \in [t_0; t_n]$), r – коэффитсиенти тавлидшавии мурғ (фоизи чӯчаҳои азтухмбароянда), a – коэффитсиенти куштори мурғҳо ҳангоми вохӯрии онҳо бо ҳайвоноти даранда, P – саршумори ҳайвоноти даранда, $\varphi(B(t))$ – функсияи афзоиши биомассаи индивид, b_1 – коэффитсиенти коҳишёбии биомасса (масалан, аз ҳисоби мубодилаи моддаҳо, метаболизм)-ро ифода мекунад.

Массаи биологии (биомассаи) умумии мурғҳои марҷон – $M(t)$ ҳамчун ҳосили зарби миқдори умумии мурғҳо – $N(t)$ бар массаи миёнаи индивидҳо – $B(t)$ ҳисоб карда мешавад:

$$M(t) = N(t) \cdot B(t).$$

Барои тасвири рушди биомассаи индивиди алоҳидаи мурғи марҷон мо функсияи s-шакли Л. Берталанффиро татбиқ менамоем, ки он дар амсиласозии математикии популятсияи гулмоҳӣ мавриди истифода қарор гирифтааст [28-31; 54-92]. Функсияи мазкур раванди мураккаби рушди биомассаи индивиди синну соли додашударо тасвир менамояд, ки тибқи он суръати максималии афзоиши биомасса на дар марҳилаи ибтидоӣ, балки дар марҳилаҳои баъдии ҳаёти индивид ба даст оварда мешавад:

$$\varphi(B(t)) = B_0 + (B_D - B_0) \cdot (1 - e^{-\mu t})^3.$$

Дар ин формула ба воситаи B_0 – биомассаи аввалаи индивиди мурғи марҷон (масалан, массаи миёнаи тухмҳои мурғ ё биомассаи миёнаи мурғони синну соли марҳилаи қаблӣ дар интиҳои вақти рушдашон) ва бо ёрии B_D – қимати ҳудудии (дефинитивии) биомассаи индивид ишора шудааст, ки тибқи он суръати афзоиши масса бо зиёд шудани синну соли индивид ба таври хаттӣ коҳиш ёфта, бо расидан ба қимати мазкур (B_D) ин афзоиш тамоман қатъ мегардад.

Бузургии коэффитсиенти μ ба воситаи биомассаи индивиди мурғи марчон – $B_{t_{max}}$ дар интиҳои вақти рушдаш – t_{max} муайян карда шуда, бо формулаи зерин ҳисоб карда мешавад:

$$\mu = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \left(1 - \sqrt[3]{\frac{B_{t_{max}} - B_0}{B_D - B_0}} \right).$$

Ҳамин тариқ, амсилаи математикии (2) вобастагии байни саршумори мурғҳои марчон ва дарандаҳо ва инчунин таъсири саршумори онҳоро ба дараҷаи афзоиш ва коҳишёбии биомассаашон тавсиф мекунад. Ҳалли (2) имкон медиҳад, ки дар фосилаи вақти додашуда динамикаи саршумор ва биомассаи мурғи марчони дар фазои кушоди майдонҳои хоҷагӣ парваришёбанда муайян карда шавад.

Динамикаи саршумор ва биомассаи мурғи марчони дар дохили бино (фазои пӯшида) парваришёбандаро низ бо ёрии амсилаҳои такмилдодашудаи Лотка-Волтерра ва Ферхюлст ифода кардан мумкин аст, масалан:

$$\begin{cases} \frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) - a_1 N P_1 \\ \frac{dB}{dt} = \varphi(B(t)) - b_1 B, \end{cases} \quad (3)$$

ки дар ин ҷо N – аз нав саршумори умумии мурғҳо, B – биомассаи индивиди алоҳидаи мурғ, t – вақт, r – коэффитсиенти тавлидшавии мурғҳо, a_1 – коэффитсиенти ғавти мурғҳо аз ҳисоби таъсири микроорганизмҳои зараррасон (бактерияҳо, микробҳо) ё беморӣ, P_1 – миқдори микроорганизмҳо, $\varphi(B(t))$ – функсияи рушди биомассаи индивиди мурғ, b_1 – коэффитсиенти коҳишёбии биомасса ва K – иқтидори ғунҷоиши муҳити зист (шумораи максималии мурғони марчон, ки метавонанд дар дохили бино зиндагонӣ кунанд)-ро ифода мекунанд.

Дар тафовут бо амсилаи қаблии (2) дар амсилаи нави (3) маҳдудияти захираҳои дохили бино ва эҳтимоли аз имконияти ғунҷоиши масоҳати бино зиёд гаштани саршумори мурғи марчон ба ҳисоб гирифта мешавад, ки онҳо метавонанд боиси коҳишёбии таваллуд ва афзоиши ғавти мурғон гарданд.

Амсилаи математикии танҳо динамикаи саршумори мурғи марҷони дар дохили бинои хочагӣ парваришбандаро аз рӯйи шабеҳи (аналогияи) амсилаи Лотка-Волтерра ва амсилаи такмилдодашудаи Ферхюлст чунин ифода кардан ва тавзеҳ додан мумкин аст:

$$\frac{dN}{dt} = rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) - a_1 N Z. \quad (4)$$

Дар ин ҷо бузургҳои N, K, t, r, a_1 – ба маънои ҳамин гуна бузургҳои амсилаҳои пешина истифода шуда, Z – зичии ҷойгиршавии популятсияи мурғи марҷонро дар дохили бино ифода мекунад.

Яъне амсилаи (4) динамикаи саршумори мурғи марҷонро дар муҳити пӯшидае тасвир менамояд, ки дар он маҳдудиятҳои ғизӣ ва зистӣ (маконӣ) дида мешавад. Дар ин маврид, коэффитсиенти таваллуд – r суръати афзоиши миқдори мурғро дар сурати вучуд надоштани маҳдудият, K – ҳадди ниҳони (максималии) популятсияи мурғро, ки дар муҳити мавҷудаи зист нигоҳ дошта мешаванд, тавсиф мекунад. Коэффитсиенти ғавти мурғ – a_1 аз зичии популятсияи мурғ – Z саҳт вобаста буда, зудии коҳишбӯии миқдори мурғро вобаста бо афзоиши зичии популятсия ифода мекунад.

Барои ҳалли амсилаи (4) муодилаи дифференсиалии дар он истифодашударо нисбат ба тағйирёбандаи N ҳал кардан лозим аст. Якчанд роҳҳои ҳалли он мавҷуданд, аммо маъмултарини онҳо усули Эйлер ба ҳисоб меравад. Мувофиқи усули Эйлер тағйирёбии саршумори мурғи марҷонро дар лаҳзаи кӯтоҳи вақти dt ҳамчун ҳосили зарби суръати тағйирёбии саршумори мурғ ва ҳамин фосилаи вақт арзёбӣ кардан мумкин аст:

$$dN = \left(rN \left(1 - \frac{N}{K} \right) - a_1 N Z \right) dt. \quad (5)$$

Қимати ҳисобшавандаи саршуморро маъмулан барои сохтани графики тағйирёбии миқдори мурғ вобаста ба вақт истифода мебаранд. Барои ин кифоя аст, ки қимати аввалаи саршумори мурғ ва қадами ҳисобкунӣ (вақт) муайян карда шуда, формулаи зерин татбиқ карда шавад:

$$N(t + dt) = N(t) + dN. \quad (6)$$

Бо ёрии формулаи (6) қиматҳои навбатии миқдори мурғонро дар ҳар як қадами тағйирёбии вақт ҳисоб кардан мумкин аст. Раванди мазкурро барои тамоми қиматҳои вақти фосилаи додашуда такрор намуда, графики тағйирёбии миқдори мурғонро вобаста ба вақт месозанд.

Ба ғайр аз ин, барои ёфтани ҳалли муодилаи амсилаи (4) аз усулҳои таҳлилӣ низ истифода мебаранд. Масалан, метавон аввал муодилаи дифференсиалии (4)-ро ба муодилаи Бернулли табдил дод ва баъд бо истифода аз усули чудокунӣ ба тағйирёбандаҳои онро ҳал кард. Натиҷаи ҳисобкунӣ функсияе хоҳад буд, ки тағйирёбии саршумори мурғони марҷонро вобаста ба вақт тавсиф хоҳад кард.

Инчунин, барои амсиласозии динамикаи саршумор ва биомассаи мурғи марҷон аз усулҳои омории таҳлили маълумот, аз қабili таҳлили регрессионӣ ё таҳлили қаторҳои замонӣ (пайдарпайҳои вақтӣ) истифода бурдан мумкин аст. Ин усулҳо имкон медиҳанд, ки вобастагии байни омилҳои гуногун ва тағйирёбии саршумор ё биомассаи мурғи марҷон дар ҳолати муайян карда шавад.

Маълуман амсилаи регрессионӣ дар шакли зерин тасвир карда мешавад:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_n X_n + \varepsilon, \quad (7)$$

ки дар ин ҷо Y – тағйирёбандаи вобаста (масалан, шумора ё биомассаи мурғи марҷон), $X_1, X_2, \dots, X_n$ – тағйирёбандаҳои новобаста (масалан, вақт, миқдори ғизо, ҳарорат ва ғайра), $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коэффитсиентҳои регрессия ва ε – ҳатогии усул ном доранд.

Зимни таҳлили қаторҳои замонӣ бошад, аз амсилаи зерин истифода мебаранд:

$$Y_t = \vartheta + \sigma_t + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \dots + \beta_n X_{nt} + \varepsilon_t, \quad (8)$$

ки дар ин ҷо Y_t – тағйирёбандаи вобаста дар лаҳзаи вақти t , ϑ – қимати миёнаи тағйирёбандаи вобаста, σ_t – тамоюл (тренд, самти тағйирёбӣ бо мурури замон), $X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{nt}$ – тағйирёбандаҳои новобаста дар лаҳзаи вақти

додашудаи t , $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ – коэффитсиентҳои регрессия барои ҳар як тағйирёбандаи новобаста ва ε_t – хатои тасодуфӣ ном доранд.

Ҳарду амсилаҳои (7) ва (8) метавонанд дар таҳлили динамикаи миқдор ва биомассаи мурғи марҷон дар замон ва пешгӯии қиматҳои минбаъдаи он мавриди истифода қарор дода шаванд. Танҳо ҳаминаро бояд ба ҳисоб гирифт, ки интихоби амсилаи мушаххас аз маълумоти айни замон барои таҳлил бештар дастрас вобаста аст.

Барои ҳалли ин амсилаҳо маъмулан аз усули квадратҳои хурдтарин истифода бурда, қимати коэффитсиентҳои регрессияро арзёбӣ меkunанд. Баъд, қимати коэффитсиентҳои ёфташударо барои пешгӯии саршумори минбаъдаи мурғи марҷон истифода мебаранд.

Бояд ҳатман зикр намуд, ки амсилаи Лотка-Волтерра (Lotka-Volterra), амсилаҳои шабеҳи он ва усулҳои омории таҳлили маълумот аз ҷиҳати тасвири равандҳои биологӣ, физикӣ, экологӣ ва ғайра амсилаҳои бисёр одӣ ба шумор мераванд. Ин амсилаҳо омилҳои зарурии бисёреро ба инобат намегиранд, ки онҳо метавонанд дар шароити воқеӣ ба динамикаи саршумори мурғон таъсиргузор бошанд. Аммо, ин амсилаҳо метавонанд барои арзёбии тамоюлҳои тағйирёбии миқдори мурғон ва пешгӯии саршумори минбаъдаи онҳо дар ҳар гуна шароит ва муҳити парвариш бисёр муфид бошанд.

«Зимни амсиласозии математикии динамикаи саршумори мурғи марҷони дар хоҷагӣ парваришёбанда омилҳои зиёди таъсиррасони ҳам берунӣ ва ҳам дохилро ба инобат гирифтани лозим аст» [40; 54-111]. Дар расми 1.7 бо назардошти таъсири мутақобилаи ҳамин гуна омилҳои беруна ва дохилӣ амсилаи концептуалии раванди парвариши мурғи марҷон дар хоҷагии парандапарварӣ тасвир ёфтааст.

Ба сифати омилҳои берунаи таъсиррасон дар амсилаи пеш аз ҳама омилҳои иқлимӣ, ба монанди ҳарорат ва намии ҳаво, боришот ва вазъи хок ба ҳисоб гирифта шудааст. Зеро, масалан, сардии шадид ё гармии экстремалӣ

метавонанд боиси марги бармаҳали парандагон шуда, ба саршумори гала таъсири манфӣ расонанд.

Ҳамчунин, дар амсила ба сифати омилҳои беруна омилҳои бозорӣ, аз кабили талаботи аҳоли ба гӯшти мурғи марҷон, арзиши ғизои мурғ, арзиши доруворӣ ва дигар маводҳое ба ҳисоб гирифта шудаанд, ки онҳо дар нигоҳубини паранда истифода мешаванд ва вобаста ба шароити иқтисоди бозорӣ аҳамияти махсус пайдо кардаанд.

Ба сифати омилҳои дохилӣ бошад, дар амсилаи концептуалӣ хусусиятҳои генетикии зоти мурғ, сифати ғизо, шароити нигоҳдорӣ (масалан, басандагии масоҳати бино, сатҳи рӯшноӣ, дараҷаи вентилатсия), гигиенаи бинои мурғпарварӣ ва ғайра ба назар гирифта шудааст (расми 1.7).



Расми 1.7. Амсилаи концептуалии раванди парвариши мурғи марҷон дар хоҷагии парандапарварӣ: баҳисобгирии таъсири мутақобилаи омилҳои беруна ва дохилӣ

Ҳамаи омилҳои дар амсилаи концептуалӣ ба инобатгирифташуда дар алоқамандӣ бо ҳамдигар метавонанд ба саломатию маҳсулнокии мурғи марҷон ва дигар равандҳои мурғпарварӣ таъсири амиқ гузоранд. Бинобар ин, барои дақиқ амсиласозӣ кардани динамикаи саршумори мурғи марҷон дар хоҷагӣ, бояд кулли ин чанбаҳо ба назар гирифта шаванд.

Дар заминаи амсилаи концептуалии мазкур, ки асосан сохтори истеҳсолии равандҳои мурғимарҷонпарвариро тасвир менамояд, минбаъд амсилаҳои математикӣ ва компютери ба он мувофиқ кор карда барои маҷмааи мешаванд.

Амсилаҳои таҳияшаванда дар ҳисобкунии равандҳои афзоиш, динамикаи рушд, миқдори умуми мурғҳо, маҳсулнокии онҳо дар марҳилаҳои гуногуни ҳаёташон, ҳаҷми оптималии ғӯшти истеҳсолшавандаи парандагонии синну соли молӣ ва ояндабинии рушди хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ истифода мешаванд.

Хулосаҳои боби якум

1. Омӯзиш ва таҳлили адабиёти соҳавӣ оид ба парандапарварӣ собит месозанд, ки соҳаи мурғимарҷонпарварӣ низ дар қатори дигар соҳаҳои кишоварзӣ метавонад дар баланд бардоштани иқтисодиёти ҷумҳурӣ ва таъмини амнияти озуқавории кишвар нақши муассир дошта бошад.

2. Соҳаи мурғимарҷонпарварӣ метавонад дар шароити иқлимии Тоҷикистон, хусусан дар шароити минтақаҳои кӯҳӣ ва наздикӯҳӣ ба яке аз соҳаҳои муҳими истеҳсолӣ ва ояндадори парвариши парандаи ғӯштӣ табдил ёбад.

3. Аз рӯйи хусусиятҳои биологӣ ва иқтисодии парандаҳои навъи ғӯштӣ ғӯшти мурғи марҷон ба яке аз манбаъҳои асосӣ, сермаҳсул ва аълосифати парҳезӣ, табобатӣ ва серсафеда дохил мешавад. Таҳлили истеҳсоли ғӯшти мурғи марҷон дар мамлакатҳои гуногун нишон медиҳад, ки ҳоло истеҳсол ва истеъмоли ғӯшти ин паранда дар ҷаҳон тамоюли болоравии устувор дорад.

4. Омилҳои дастрасӣ ба истифодаи васеъ ва самарбахши маҳсулоти мурғи марҷон – ташкили дурусти сохтори мурғхона, назорати қатъии ҳолати санитарӣ, ратсиони оптималӣ ва шароити ҳуби муҳити зисти мурғон доништа мешаванд.

5. Банақшагирӣ ва татбиқи чораҳои зарурии санитарӣ барои пешгирии пайдоиш ва паҳншавии бемориҳои паранда муҳим арзёбӣ карда мешавад.

6. Фароҳам овардани шароити мусоид, ҷӯстани чораҳои беҳдошти саломатии парандагон якҷо бо таъмини ғизои батавозуновардашуда гарави равнақи соҳаи мурғимарҷонпарварӣ ба ҳисоб мераванд, ки онҳоро бе истифодаи усулҳои амсиласозӣ дуруст ташkil кардан бисёр мушкил аст.

7. Амсиласозии динамикаи саршумор ва биомассаи мурғи марҷони дар хоҷагӣ парваришёбанда метавонад ба оптимизатсияи равандҳои истеҳсоли ва баланд гаштани самаранокии захираҳои истифодашаванда мусоидат кунад.

8. Зимни амсиласозии концептуалии популятсияи мурғи марҷони дар хоҷагӣ парваришёбанда омилҳои зиёди таъсиррасони ҳам берунӣ ва ҳам дохилиро ба инобат гирифтани лозим аст: омилҳои иқлимӣ (ҳарорати ҳаво, намии ҳаво, боришот, вазъи хок), омилҳои бозорӣ (талабот ба гӯшти мурғ, арзиши ғизо, доруворӣ), хусусиятҳои генетикии зоти мурғ, сифати ғизо, шароити нигоҳдорӣ, гигиенаи бинои мурғпарварӣ ва ғайра.

9. Дар заминаи амсилаи концептуалӣ, ки асосан сохтори истеҳсолии равандҳои мурғимарҷонпарвариро тасвир менамояд, минбаъд амсилаҳои математикӣ ва компютери ба он мувофиқ кор карда баромада мешаванд.

10. Амсилаҳои таҳияшаванда дар ҳисобкунии равандҳои афзоиши миқдори умумии мурғон, динамикаи рушд, маҳсулнокии онҳо дар марҳилаҳои гуногуни ҳаёташон, истеҳсоли ҳаҷми оптималии гӯшти мурғони синну соли молӣ ва ояндабинии рушди мурғимарҷонпарварӣ истифода шуда, бар пояи маълумоти эмпирикӣ оид ба динамикаи тухмгузори мурғон ва таҷрибаҳои саҳроӣ устувор гардониди мешаванд.

БОБИ 2: УСУЛҲОИ АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИЮ КОМПЮТЕРӢ ДАР АРЗӢБИИ МАҲСУЛНОКИИ МУРҒИ МАРҶОН ДАР МАРҲИЛАҲОИ АСОСИИ ПАРВАРИШИ ОН

2.1. Технологияҳои амсиласозии концептуалию математикии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи мурғи марҷон

Дар ҷаҳони муосир дар баробари дигар бахшҳои соҳаи ҷорводорӣ бахши парандапарварӣ низ дар таъмин намудани амнияти озукавории аҳоли, хосса бо ғушти паранда ва тухм, нақши муассир дорад. Яке аз самтҳои ояндадор ва зуд рушдкунандаи бахши парандапарварӣ самти мурғимарҷонпарварӣ ба ҳисоб меравад, ки он барои истеҳсоли ғушти парҳезӣ, тухми аълосифат ва дигар намудҳои маҳсулоти мурғӣ имкониятҳои калон дорад.

Бо назардошти аз ҷиҳати потенсиалӣ дар шароити Тоҷикистон дастрас будани маҳсулнокии баланди мурғи марҷон ва мавҷудияти иқлими бисёр ҳам мусоид барои парвариши ин навъи мурғ, дар минтақаҳои гуногуни кишвар рушд додани соҳаи мазкур як амри воқеӣ мебошад. Ин сарзамин дорои генофонди хуби мурғони марҷони серҳосили ғуштӣ ва тухмӣ низ мебошад.

Гарчанде дар мамлакати мо ба масъалаи рушди соҳаи парандапарварӣ аҳамияти ҷиддӣ зоҳир шуда, дар ин замина теъдоди хоҷагиҳои мурғпарварӣ ба таври ҷашмрас боло рафта бошад ҳам, вале то ҳанӯз талаботи аҳоли ба маҳсулоти мурғӣ, хусусан ба тухми мурғ хеле зиёд боқӣ мемонад. Тухми мурғ на танҳо барои истеҳсоли мурғони зотӣ, балки ба сифати ғизои серсафеда аз тарафи аҳоли васеъ истифода мешавад.

Аз ин рӯ, омӯзиш ва таҳлили таъсири шароити иқлимии Тоҷикистонро ба афзоиши вазни зинда ва рушди мурғи марҷон аз тариқи таҳқиқоти илмӣ ба роҳ мондан ва бо ҳамин усул шароити оптималии нигоҳдорӣ, ғизодиҳӣ ва роҳҳои имконпазири оптимизатсия қунондани раванди истеҳсоли ғушт ва тухми мурғи мазкурро муайян кардан талаботи рӯз ба ҳисоб меравад.

Дар баробари ин, аз ҳисоби дар кишвар зиёд намудани саршумори паранда ва маҳсулоти мурғӣ имрӯз зарур аст, ки бо истифода аз дастовардҳои муосири генетикаи популятсионӣ ва равишҳои навини амсиласозии

математикию компютерӣ усулҳои нави арзёбии зотпарварӣ ва муайянсозии хосиятҳои ошкорнашудаи маҳсулнокии ҳама намудҳои мурғон кор карда баромада шуда, усулҳои мавҷудаи корбарӣ такмил дода шаванд.

Таҳқиқи динамикаи миқдор ва маҳсулнокии мурғи марҷони дар шароити хоҷагиҳои мурғпарварии Тоҷикистон парваришёбанда дар баррасӣ ва ҳалли масъалаҳои оптимизатсияи раванди парвариш ва ба даст овардани ҳосилнокии ҳадди аксар (максималӣ) нақши калидӣ мебозад. Фаҳмиши амиқи механизми динамикаи мазкур бо истифода аз усулҳои амсиласозӣ имкон медиҳад, ки барои марҳилаҳои гуногуни давраи ҳаёти мурғи марҷон стратегияҳои самарабахши ғизодиҳӣ, нигоҳубин ва мониторинги саломатии он таҳия карда шаванд.

Истифодаи технологияҳои амсиласозӣ дар ҳалли масъалаҳои мурғпарварӣ. Муҳимияти истифодаи технологияҳои амсиласозӣ, баҳусус амсиласозии математикиро амалияи истеҳсолот дар муайян намудан ва таҳлили динамикаи тағйирёбии миқдор, вазни зинда ва арзёбии маҳсулнокии мурғи марҷон зимни ҳалли масъалаҳои гуногуни истеҳсоли саноатии гӯшт, тухм, ҷуваро ва дигар маҳсулоти тайёру нимтайёри ин паранда ва инчунин дар қабули қарорҳои идоракунии истеҳсолӣ ва пешгӯии рушди соҳаи парандапарварӣ кайҳо собит намудааст [9-М; 14-М].

«Яке аз усулҳои амсиласозии математикӣ усули омори математикӣ ба ҳисоб меравад, ки айни ҳол он қариб тамоми соҳаҳои иқтисодиётро фаро гирифтааст. Усули мазкур дар пешгӯии рушди соҳаи парандапарварӣ низ устуворона татбиқи худро ёфтааст. Масалан, пешгӯии саривақтии афзоиш ва маҳсулнокии мурғи марҷон бо ёрии ин усул метавонад кори селекционерҳои парандапарварро осон намояд ва дар коҳиш додани арзиши истеҳсоли гӯшт ва тухми паранда нақши муассир бозад» [175].

«Амсилаи математикӣ, ҳамчун афзори таҳқиқотӣ, маҷмуи таносубҳои математикие мебошад, ки онҳо ба воситаи формулаҳо, функцияҳо, муодилаҳо ва системаҳои муодилаҳо сохта мешаванд. Натиҷаҳои амсилаи математикии дуруст ва дақиқ таҳияшуда метавонанд дар коҳиш додани Харочоти молиявӣ,

энергетикӣ ва иқтисодии истеҳсолот истифода шаванд. Яъне, амсилаи математикии мутобиқан ба равандҳои истеҳсолӣ таҳияшуда афзори таҳқиқотиеро мемонад, ки ба воситаи он ин равандро ба осонӣ идора карда мешаванд» [101-102; 123-135].

«Аз усулҳои амсиласозии математикӣ ва генетикию оморӣ дар мониторинги равандҳои селексионии на танҳо соҳаи парандапарварӣ, балки тамоми равишҳои соҳаи чорводорӣ ба таври васеъ истифода мебаранд» [50; 105-106]. «Дар баробари масъалаи мониторинги равандҳои селексионӣ, бо ёрии ин усулҳо масъалаҳои тағйирпазирӣ, ирсият ва такрорпазирии нишонаҳои (хосиятҳои) парандаҳо низ ба таври самаранок ҳал карда мешаванд» [116].

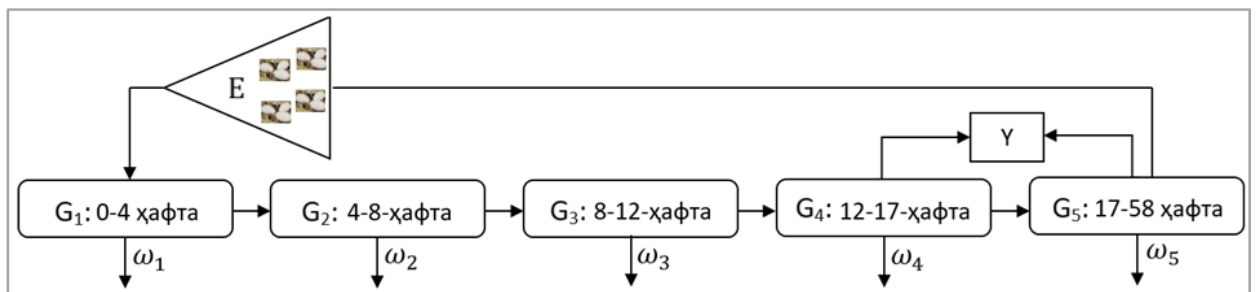
«Барои аксар нишонаҳои аз ҷиҳати иқтисодӣ муфиди мурғпарварии саноатӣ, хусусан мурғимарҷонпарварӣ, навъи мероси вижае ташаккул ёфтааст, ки дар амалишавии он нақши асосиро хосияти тағйирпазирии комбинатсионӣ иҷро мекунад. Барои ҳар як чунин нишона ошкор сохтани вобастагии зухуроти он аз омилҳои генетикӣ ва паратипии зери таъсири афзоиш ва рушд дар онтогенез қарордошта мувофиқи мақсад мебошад. Ин равиш аз ҳама бештар ба нишонаи сертухмии мурғ хос аст, ки дар як вақт ҳам сифати пурмахсулӣ ва ҳам сифати репродуктивии онро муайян месозад» [169].

Баррасии ҷанбаи синнусолии мурғон дар амсилаҳои математикӣ асосан барои таҳлили миқдор, вазни зинда, динамикаи афзоиши вазн ва арзёбии маҳсулнокии онҳо роҳандозӣ шуда, бо мақсади тавсифи маълумоти таҷрибавӣ ва пешгӯии маҳсулнокии минбаъдаи мурғон истифода мешавад.

Усулҳои таҳқиқот. Амсиласозии концептуалии марҳилаҳои ҳаёти мурғи марҷон. «Асоси амсилаи концептуалии гузариши вазъи популятсияи мурғи марҷонро аз як марҳила ба марҳилаи дигари ҳаёти он дар муҳити мурғхона, айнан ба мисли амсилаи вазъи популятсияи гулмоҳии дар муҳити бассейн парваришбанда, равандҳои афзоиши вазни зинда – $M(t)$ ва

коҳишёбии миқдор – $N(t)$ -и мурғони гурӯҳҳои мушаххаси синнусолӣ – $G(t)$ ташкил медиҳанд» [58].

Дар алоқамандӣ бо таҳқиқотҳои мутахассисони соҳаи парандапарварӣ дар Тоҷикистон [17-22] мо зимни амсиласозӣ тамоми раванди парвариши популятсияи мурғи марҷонро дар муҳити мурғхона ба панҷ марҳилаи ҳаётии рушду инкишоф (гурӯҳҳои синнусолӣ – $G_i(t), i = 1, 2, \dots, 5$) тақсим кардем. Дар ҳар як марҳилаи ҳаёти мурғи марҷон бо сабабҳои гуногун як ҳиссаи муайяни (ω_i) мурғони ҳар як гурӯҳи синнусолӣ мефавтанд ва қисми боқимондаи онҳо, мувофиқан, ба гурӯҳҳои наvbатӣ шомил мешаванд (расми 2.1).



Расми 2.1. Амсилаи концептуалии популятсияи мурғи марҷон дар муҳити мурғхона

Ба сифати марҳилаҳои рушду инкишофи ҳаёт ва зиндагии мурғи марҷон дар амсила чунин гурӯҳҳои синнусолӣ қабул шудаанд: $G_1(t)$ – чӯчаҳои нав аз тухмбаромада то ба синни чорҳафтагӣ расидани онҳо (0-4), $G_2(t)$ – чавонамурғони синни 4-8-ҳафтагӣ, $G_3(t)$ – чавонамурғони бузургтари синни 8-12-ҳафтагӣ, $G_4(t)$ – мурғони болиғи синни 12-17-ҳафтагӣ ва $G_5(t)$ – мурғони калонсоли синни 17-58-ҳафтагӣ. Тибқи талаботи бозор ҳиссаи муайяни (Y) мурғони гурӯҳҳои чорум ва панҷуми синнусолӣ – $G_4(t), G_5(t)$ ба фурӯш бароварда мешаванд.

Табдилдиҳии амсилаи концептуалӣ ба математикӣ. Ғояҳои амсилаи концептуалии мазкурро бо истифода аз дастгоҳи муодилаҳои фарқии охиринок ба таври математикӣ ба таври зайл тасвир кардан мумкин аст:

$$G_1(t+1) = E(t) \cdot G_5(t) \cdot (1 - \omega_5),$$

$$G_2(t+1) = G_1(t) \cdot (1 - \omega_1),$$

$$G_3(t+1) = G_2(t) \cdot (1 - \omega_2),$$

$$G_4(t+1) = G_3(t) \cdot (1 - \omega_3),$$

$$G_5(t+1) = G_4(t) \cdot (1 - \omega_4).$$

Дар системаи муодилаҳои фарқии овардашуда бо ёрии $E(t)$ – миқдори тухмҳои истеҳсолнамудаи мурғони марҷони гурӯҳи синнусолии $G_5(t)$ дар давоми вақти t ва ω_i – коэффитсиенти ғавти мурғони гурӯҳи синнусолии i -юм ишора карда шудаанд.

Қонуниятҳои динамикаи тухмдиҳии мурғи марҷон $E(t)$ бо ёрии амсилаи математикии Мак-Миллан муайян карда шудааст [53]:

$$E(t) = \alpha \cdot M_5(t) \cdot (1 - e^{-\gamma \cdot t}) \cdot e^{-\beta \cdot t}.$$

Дар ин формула $M_5(t)$ – вазни миёнаи зиндаи индивидҳои гурӯҳи синнусолии $G_5(t)$, α – коэффитсиенти сернаслии мурғони ин гурӯҳ, β – коэффитсиенти шиддати сертухмии мурғ то лаҳзаи ба авҷ (қулла) расидани он ва γ – коэффитсиенти суръати коҳишёбии тухмдиҳии мурғро пас аз лаҳзаи авҷи он ифода менамоянд.

Амсилаи математикии умумӣ ва мукаммали минбаъд таҳияшаванда маҳз дар заминаи ҳамин амсилаи концептуалии рӯйикоронида (расми 2.1) амалӣ хоҳад шуд. Яъне, дар амсилаи математикӣ вазъи ҳар як гурӯҳи синнусолии мурғи марҷон – $G_i(t)$ дар ҳар як лаҳзаи вақти додашудаи $t \in [t_0, t_k]$ ба воситаи қимати тағйирёбандаҳои $N_i(t), M_i(t), B_i(t), i = 1, 2, 3, 4, 5$ арзёбӣ карда хоҳад шуд, ки онҳо, мувофиқан, миқдори мурғон, вазни зиндаи миёнаи як индивиди онҳо ва вазни зиндаи умумии мурғони ҳар як гурӯҳи синнусолиро ифода менамоянд.

Амсиласозии динамикаи тағйирёбии миқдори мурғи марҷон.

«Намуди одитарини функсияи миқдори мурғи марҷони синну соли додашударо дар мавриде ҳосил кардан мумкин аст, ки агар ҳиссаи фардҳои ғавтандаи он дар тамоми ғосилаи вақти марҳилавии рушди мурғ бузургии доимиро ташкил диҳад, яъне суръати лаҳзавии тағйирёбии миқдори мурғи $N_i(t)$ гурӯҳи синнусолии i -юм чунин ифода карда шавад» [14]:

$$\frac{dN_i}{dt} = -\omega_i \cdot N_i,$$

ки дар ин ҷо ω_i – коэффитсиенти марги лаҳзавии мурғи марҷони гурӯҳи синнусолии i -юм ном дорад.

Ин гуна намуди функсияи коҳишёбии миқдори мурғи марҷонро намуди экспоненсиалӣ меноманд. Ҳалли муодилаи дифференсиалии мазкур ба осонӣ ёфта мешавад:

$$N_i(t) = N_{i0} \cdot e^{-\omega_i t},$$

$N_{i0} = N_i(t_0)$ – миқдори мурғони гурӯҳи синнусолии i -юм дар лаҳзаи вақти $t = t_0$ буда, $N_i = N_i(t)$ – миқдори он дар лаҳзаҳои баъдии вақти дилхоҳи t мебошад.

Албатта, аз нуқтаи назари илми экология ин гуна тасвири раванди коҳишёбии миқдори мурғи марҷон чандон саҳеҳ намебошад, зеро ҳар як индивиди он метавонад танҳо ҳамчун як организми воҳид (як ҷисми том) ва якбора бифавад. Пас, функсияи коҳишёбии миқдори мурғи марҷон – $N_i(t)$ на шакли бефосила, балки зинашакл бояд мебошад. Аммо дар муҳити маҳдуди мурғхона зимни парвариши миқдори хеле зиёди мурғи марҷон, иваз намудани функсияи зинашакл ба функсияи бефосила ҷоиш ба ҳисоб меравад.

«Ҳамчунин, азбаски мустақиман ҳисоб намудани коэффитсиенти марги лаҳзавӣ – ω_i амалан имконнопазир аст, бинобар он аз рӯйи ду бузургии додашудаи миқдори мурғ $N_i(t_{k-1})$ ва $N_i(t_k)$ дар ду лаҳзаи гуногуни вақти t_{k-1} ва $t_k, k = 1, 2, \dots$ ба ҷои он коэффитсиенти ғавти умумии мурғ – ω_i ҳисоб карда мешавад» [58]:

$$\omega_i = \frac{N_i(t_k)/N_i(t_{k-1})}{t_k - t_{k-1}}.$$

Дар тафовут бо қимати коэффитсиенти марги лаҳзавии мурғ – ω_i қимати коэффитсиенти ғавти умумии он – ω_i наметавонад аз адади 1 калон бошад. Аммо бо истифода аз таносубҳои зерин мо метавонем ба осонӣ як

коэффитсиенти фавтро ба воситаи дигар ифода намуда, дар мавриди дилхоҳ аз яке ба дигар гузарем:

$$\omega_i = 1 - e^{-\omega_i(t_k - t_{k-1})},$$

$$\omega_i = -\ln \frac{1 - \omega_i}{t_k - t_{k-1}}, i = 1, 2, 3, 4, 5.$$

Инчунин, амсилаи математикии динамикаи миқдори мурғи марҷони гурӯҳи синнусолии i -юми дохили мурғхонаро ба мисли тарҳи амсилаҳои Лотка-Вольтерра ва Ферхюлст низ ифода кардан мумкин аст [9-М; 14-М]:

$$\frac{dN_i}{dt} = rN_i \left(1 - \frac{N_i}{K_i}\right) - \omega_i N_i z,$$

N_i – миқдори мурғон, z – зичии ҷойгиршавии мурғон дар дохили бино, K_i – бузургии максималии мурғони парваришбанда, r – коэффитсиенти афзоиши мурғон дар сурати вучуд надоштани ягон маҳдудият, ω_i – коэффитсиенти фавти мурғон.

Тибқи усули Эйлер тағйирёбии миқдори мурғонро дар лаҳзаи кӯтоҳи вақти dt бо ёрии формулаи $dN_i = \left(rN_i \left(1 - \frac{N_i}{K_i}\right) - \omega_i N_i z\right) dt$ арзёбӣ карда, тавассути формулаи $N_i(t + dt) = N_i(t) + dN_i$ қиматҳои наvbатии миқдорро дар ҳар як қадами тағйирёбии вақт ҳисоб кардан мумкин аст.

Амсиласозии вазни зиндаи умумӣ, маҳсул ва маҳраҷи мурғи марҷон. «Вазни зиндаи (биомассаи) умумии мурғони марҷони гурӯҳи синнусолии i -юм – $B_i(t)$ ҳамчун ҳосили зарби миқдори онҳо – $N_i(t)$ бар вазни зиндаи (биомассаи) миёнаи як индивидашон – $M_i(t)$ ҳисоб карда мешавад» [58]:

$$B_i(t) = N_i(t) \cdot M_i(t).$$

Бо усулҳои амсиласозӣ ва тарзҳои ҳисобкунии вазни зиндаи миёнаи индивидҳои мурғони марҷони гурӯҳҳои синнусолӣ мо дар таҳқиқотҳои минбаъдаи худ машғул хоҳем шуд. Ҳоло диққати худро ба технологияҳои амсиласозии ду раванди хеле муҳимми дигари рушду инкишофи марҳилаҳои

хаёти мурғи марҷон – равандҳои вазнафзункунӣ (ё маҳсулноқӣ) ва вазнкамкунӣ (ихроҷ, элиминатсия) равона месозем.

Маҳсули (афзоиши вазни) мурғони марҷони гурӯҳи синнусолии i -юм – $P_i(t)$ бо миқдори моддаҳои органикии дар давоми як воҳиди вақти (t) аз тарафи онҳо истеҳсолшуда (масалан, дар як шабонарӯз) баҳо дода мешавад. Ба маҳсули мурғони марҷон натавонанд моддаҳои органикии ҳосилшудае, ки дар масири афзоиши вазни зиндаи онҳо (маҳсули соматикӣ) масраф мегарданд, балки, инчунин, маҳсули алоқаҳои ҷинсии байни онҳо (маҳсули генеративӣ – масалан, тухм), ки дар шакли ихроҷҳои органикӣ ифода меёбанд, дохил мешаванд.

«Бо назардошти бефосилагии ташаккули вазни зиндаи индивидҳои мурғи марҷон – $M_i(t)$ маҳсул ё массаи биологӣ умумӣ дар як воҳиди вақт истеҳсолнамудаи кулли индивидҳои синну соли i -юми он $P_i(t)$ ҳамчун ҳосили зарби миқдори умумӣ мурғони ин гурӯҳ бар суръати лаҳзавӣ тағйирёбии вазни зиндаи як фардашон ҳисоб карда мешаванд» [58]:

$$P_i(t) = N_i(t) \cdot \frac{dM_i}{dt}.$$

«Айнан бо ҳамин тарз маҳраҷи (элиминатсия) мурғи марҷон, аз ҷумла тухмҳои баборовардаи он, ҳисоб карда мешавад, яъне массаи дар як воҳиди вақт гумкунандаи кулли мурғони марҷони гурӯҳи синнусолии i -юм $E_i(t)$ ба ҳосили зарби вазни зиндаи миёнаи як индивиди онҳо бар суръати лаҳзавӣ тағйирёбии миқдори умумиашон баробар ҳисобида мешаванд» [58]:

$$E_i(t) = -M_i(t) \cdot \frac{dN_i}{dt}.$$

Аломати минус дар формулаи мазкур маънои коҳишёбии миқдори мурғони марҷони дар муҳити мурғхона парваришёбандаи гурӯҳи синнусолии i -юмро дорад. Яъне, азбаски дар муҳити маҳдуди мурғхонавӣ равандҳои эмигрантсия ва иммигрантсияи мурғи марҷон умуман ҷой дошта наметавонанд,

пас миқдори мурғони синнусолии баъдӣ (i -юм) танҳо аз миқдори мурғони синнусолии қаблӣ ($(i - 1)$ -юм) вобаста буда метавонаду бас.

«Мутахассисони соҳаи биология барои ҳисоб намудани маҳсул ва маҳраҷи организмҳо ба ҷои формулаҳои (2) ва (3) бештар аз формулаҳои фарқии охириноки Бойсен-Йенсен истифода мебаранд» [56-58]:

$$P_i(t) = \frac{N_i(t_{k-1}) + N_i(t_k)}{2} \cdot \frac{M_i(t_k) - M_i(t_{k-1})}{t_k - t_{k-1}},$$

$$E_i(t) = \frac{M_i(t_{k-1}) + M_i(t_k)}{2} \cdot \frac{N_i(t_{k-1}) - N_i(t_k)}{t_k - t_{k-1}}.$$

Таҳлили натиҷаҳои таҳқиқот. Дар раванди таҳқиқот барои омӯзиш ва таҳлили хусусиятҳои марҳилаҳои асосии рушду инкишофи популятсияи мурғи марҷон дар муҳити мурғхонавии парвариш муҳимияти истифодаи технологияҳои гуногуни амсиласозӣ таъкид шудааст. Зикр гардидааст, ки дар ҷаҳони зуд пешраванда ва тағйирёбандаи муосир ҳалли масъалаҳои истеҳсолии соҳаи мурғимарҷонпарвариро бе истифодаи технологияҳои гуногуни амсиласозии концептуалӣ, математикӣ ё компютерӣ амалӣ гардонидан бисёр душвор аст.

Муҳтавои марказии таҳқиқотро масъалаи баҳисобгирии ҷанбаҳои синнусолии марҳилаҳои ҳаёт, зиндагӣ ва фаъолияти мурғи марҷон дар раванди амсиласозӣ ташкил додааст. Ҷанбаҳои мазкур дар амсилаҳои математикии таҳияшуда барои таҳлили миқдор, вазни зиндаи умумӣ ва ҳисобкунию арзёбии маҳсулноки ва ихроҷҳои органикии мурғи марҷон роҳандозӣ шудаанд.

Асоси амсилаи концептуалии гузариши вазъи популятсияи мурғи марҷонро аз як марҳилаи ҳаёт ба марҳилаи дигари он дар муҳити мурғхона равандҳои афзоиши вазни зинда ва коҳишёбии миқдори мурғони гурӯҳҳои синнусолӣ ташкил медиҳанд. Зимни амсиласозӣ раванди парвариши мурғи марҷон ба панҷ марҳилаи ҳаётии рушду инкишоф (гурӯҳҳои синнусолӣ) тақсим карда шудааст. Дар ҳар як марҳила бо сабабҳои гуногун як ҳиссаи

муайяни мурғони гурӯҳҳои синнусолӣ мефавтанд ва қисми боқимондаи онҳо ба гурӯҳҳои навбатии мувофиқ интиқол меёбанд. Инчунин, тибқи талаботи бозор ҳиссаи муайяни мурғони гурӯҳҳои болоии синнусолӣ ба фурӯш бароварда мешаванд.

Ғояҳои амсилаи концептуалии таҳияшуда бо истифода аз дастгоҳи муодилаҳои фарқии охирик ба таври математикӣ тасвир карда шудаанд. Амсилаи математикии мукаммали минбаъд таҳияшаванда низ маҳз дар заминаи ҳамин амсилаи концептуалии сохта ва дар арзёбии самтҳои гуногуни хоҷагидорӣ соҳаҳои аграрӣ истифода хоҳад шуд.

Аҳамияти таҳқиқоти мазкур махсусан барои хоҷагиҳои парандапарварӣ калон мебошад. Онҳо метавонанд натиҷаҳои таҳқиқотро барои оптимизатсияи раванди парвариши мурғи марҷон, таҳлил ва пешгӯии маҳсулнокии марҳилаҳои гуногуни давраи зиндагии он ва баланд бардоштани самаранокии истеҳсоли гӯшт ва тухми ин паранда истифода баранд.

Ҳамин тариқ, дар чараёни таҳқиқот маълум гардид, ки барои оптимизатсияи раванди парвариши мурғи марҷон дар муҳити мурғхона, таҳлил ва пешгӯии маҳсулнокии он ва баланд бардоштани самаранокии истеҳсоли гӯшту тухми паранда амиқ доништан ва идора карда тавонистани марҳилаҳои рушду инкишофи популятсияи мурғи мазкур бениҳоят нақши муҳим мебозад.

Дар рафти таҳқиқот, инчунин, муайян карда шуд, ки барои дақиқ ҳал кардани масъалаҳои истеҳсолии соҳаи мурғимарҷонпарварӣ истифодаи технологияҳои гуногуни амсиласозии концептуалӣ ва математикӣ бисёр муҳим мебошад. Дар ин амсиласозӣ барои таҳлили миқдор, вазни зиндаи умумӣ, динамикаи афзоиши вазн ва арзёбии маҳсулнокию ихроҷҳои органикии мурғи марҷон ба ҳисоб гирифтани ҷанбаҳои синнусолии марҳилаҳои ҳаёти ин мурғ махсус қайд шудааст.

Натиҷаҳои таҳқиқот ба фаҳмиши амиқи равандҳои мурғимарчонпарварӣ мусоидат намуда, имкон медиҳанд, ки технологияҳои парандапарварӣ такмил дода шаванд.

2.2. Баҳисобгирии омилҳои таъсиррасони иқлимӣ зимни амсиласозии концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марчон дар шароити хоҷагиҳои парандапарварӣ

Амсиласозии концептуалии марҳилаҳои асосии ҳаёту фаъолияти мурғи марчон дар хоҷагиҳои парандапарварӣ парваришбанда дар бехтар намудани равандҳои истеҳсоли ва баланд бардоштани самаранокии парвариши он муфид арзёбӣ карда мешавад. Зимни амсиласозӣ ба эътибор гирифтани омилҳои табиӣ иқлимӣ аз он ҷиҳат муҳим аст, ки онҳо метавонанд ба солимӣ ва фаъолияти мурғи марчон таъсири ҷиддӣ расонанд.

Омилҳои асосии иқлимӣ, ки бояд зимни амсиласозии концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марчон ба эътибор гирифта шаванд, ҳарорати ҳаво, намнокӣ ва равшании дохили бинои истеҳсоли ба ҳисоб мераванд. Ин омилҳо метавонанд ба осоишу роҳат, истеъмоли ғизову об, афзоиш, рушд ва маҳсулнокии мурғи марчон таъсир расонанд.

«Зимни амсиласозӣ бояд донист, ки чӣ гуна тағйирёбии омилҳои иқлимӣ метавонанд ба рафтору талаботи мурғи марчон ба гармию сардӣ таъсир расонанд. Масалан, ҳарорати баланди дохили бино метавонад боиси стресси парандагон ва коҳишёбии маҳсулнокии онҳо гардад, дар ҳоле ки ҳарорати паст ба вусъатёбии ғизоистеъмолкунӣ, харчи иловагӣ барои хариди барзиёди ғизо ва гармкунии манзили парандаҳо меорад, ки ҳамаи инҳо, дар ниҳояти қор, боз ба паст шудани маҳсулнокии умумии онҳо боис мегарданд» [28; 30; 80; 82].

«Ҳамчунин, ба назар гирифтани таъсири омилҳои иқлимӣ барои муҳайё сохтани шароити оптималии парвариши мурғи марчон дар мурғхона, интихоби ғизои мувофиқ ва банақшагирии равандҳои истеҳсоли зарур дониста мешавад. Дар ин маврид, усулҳои амсиласозӣ имкон медиҳанд, ки сценарияҳои гуногуни парвариши мурғи марчон барои шароити хоҷагиҳои

парандапарварӣ дида баромада шаванд, то ки барои ноил шудан ба самаранокии максималии истеҳсолӣ, шароити нигоҳубини он оптималӣ ташкил карда шавад» [79; 84-87].

Ҳамин тариқ, аз вачҳу далелҳои овардашуда бармеояд, ки ба эътибор гирифтани омилҳои иқлимӣ таъсиррасон дар амсиласозии концептуалии ҳаёту ғайолияти мурғи марҷон, шартӣ зарурии таъмини речаҳои оптималии ниғаҳдорӣ ва болобарии самаранокии истеҳсолоти мурғимарҷонпарварӣ ба ҳисоб меравад.

Робитаи байни омилҳои иқлимӣ таъсиррасон ва ҷанбаҳои истеҳсолии мурғимарҷонпарварӣ. «Мурғи марҷон бузургтарин парандаи соҳаи аграрӣ ба ҳисоб меравад. Ҳоло дар бисёр кишварҳои ҷаҳон, аз ҷумла дар Тоҷикистон, ин паранда ба таври саноатӣ парвариш карда мешавад. Гӯшти мурғи марҷон рағваннокии хеле кам дошта, хушлаззат аст ва дорои то 29% сафедаи зудҳазмшаванда мебошад. Вобаста ба зоти мурғи марҷон, бофтаҳои мушакҳои он аз 65% то 75% вазни баданашро ташкил медиҳанд» [3].

Дар сикли ҳаёти мурғи марҷон марҳилаҳои барҷаста ё фазаҳои рушду инкишофи зеринро ҷудо кардан мумкин аст [95; 103; 109; 9-M]:

- марҳилаи якум, аз лаҳзаи аз тухм баромадани ҷӯҷаҳо то синни 4-ҳафтагӣ – суръати баландтарини рушди мурғи марҷон;

- марҳилаи дуюм, синни 5-8-ҳафтагӣ – гарчанде суръати рушди мурғи марҷон нисбат ба марҳилаи қаблӣ сусттар бошад ҳам, он ҳамоно ба қадри кофӣ баланд боқӣ мемонад;

- марҳилаи сеюм, синни 9-20-ҳафтагӣ – бо коҳишёбии тадриҷии суръати рушди мурғи марҷон тавсиф дода мешавад;

- марҳилаи чорум, синни 21-26-ҳафтагӣ – суръати афзоиши мурғи марҷон аз нав шиддат мегирад, ки аз наздик шудани камолоти ҷинсии он дарак медиҳад;

- марҳилаи панҷум, синни 27-30-ҳафтагӣ – суръати афзоиши мурғи марҷон бо дарёфти зинаи камолоти ҷинсӣ амалан ба охир мерасад.

Хусусияти ҳар як марҳилаи ҳаёти мурғи марҷонро ба назар гирифта, ба осонӣ мушоҳида кардан мумкин аст, ки маҳз чор ҳафтаи аввалии ҳаёти он аз нуқтаи назари нигоҳдорӣ, ғизодиҳӣ ва пешгирии бемориҳо бештар масъулиятнок мебошанд. Баҳисобгирии таъсири омилҳои табиӣи ҳарорат, намӣ ва рӯшноӣ дар ин марҳилаҳо бошад, ба оптимизатсияи равандҳои рушду афзоиши мурғи марҷон мусоидат намуда, банақшагирии ояндабинии хоҷагии парандапарвариро ба танзим меорад.

Амсилаи концептуалии таъсири омилҳои иқлимӣ ба ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон дар муҳити хоҷагии парандапарварӣ дар расми 2.2 инъикос ёфтааст.



Расми 2.2. Амсилаи концептуалии таъсири омилҳои иқлимӣ ба ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон дар муҳити хоҷагии парандапарварӣ

Нақши ҳар як омил таъсиррасони иқлимӣ дар расм ба қайд гирифташударо дар алоҳидагӣ баррасӣ мекунем:

Омили ҳарорат «дар ҳаёти мурғи марҷон нақши калидӣ мебозад. Ҳарорати оптималии дохили бинои парандапарварӣ ба аҳвол, саломатӣ ва маҳсулнокии паранда таъсири мусбат мерасонад. Вобаста ба вазъи ҳаво, 2-4 рӯз қабл аз ҷойгир кардани ҷӯчаҳо ба дохили мурғхона, бинои он бояд гарм

карда шавад. Ҳарорати тахтафарши мурғхона набояд аз 27°C паст бошад, зеро фарши хунук гармии бадани чўчаҳоро ба худ кашида мегирад» [109].

Агар дар мурғхона ба сифати манбаи гармии нуқтавӣ дастгоҳи «брудер» (куттии махсус ҷихозонидашуда) истифода шавад, он гоҳ ҳарорати ҳучраҳои бинои мурғхона бояд дар ҳудуди 21-31°C ва дар зери ҳуди дастгоҳи брудер 45°C бошад. Ҳарорати дастгоҳ вобаста ба ниёзи чўчаҳо танзим карда мешавад. Тарзи дар ҳучра тақсимшавии (гирди ҳам омадани) чўчаҳо аз он далолат медиҳад, ки онҳо то кадом андоза ба гармӣ эҳтиёҷ доранд.

«Дар шароити иқлимии номусоид, масалан, ҳангоми ҳарорати ҳаво аз ҳарорати муқарраршудаи дохили бинои мурғхона баландтар будан ё ҳангоми вақти парвариши ҷавонаҳо бо авҷи тобистон рост омадан, бояд ҳарорати меъёрии синнусолии мурғон қатъиян риоя карда шавад» [58; 10-М]:

- дар рӯзҳои 1-ум ва 2-юми сикли ҳаёт – 40 °C;
- дар рӯзи 3-юм – 39-40 °C;
- дар рӯзҳои 4-7-ум – 38-39 °C;
- дар ҳафтаи 2-юм – 27-28 °C;
- дар ҳафтаи 3-юм – 25-26 °C;
- дар ҳафтаи 4-ум – 23-24 °C;
- дар ҳафтаи 5-ум – 21-22 °C;
- дар ҳафтаи 6-ум – 20-21 °C;
- дар ҳафтаи 7-ум – 19-20 °C;
- дар ҳафтаи 8-ум – 18-19 °C;
- дар ҳафтаи 9-ум – 17-18 °C;
- дар ҳафтаи 10-ум, то аз мурғхона ба берун баромадани ҷавонаҳо – 16-17 °C.

Ҳарорат ба бисёр ҷанбаҳои рафтор, физиология ва маҳсулнокии мурғи марҷон таъсир мерасонад, масалан:

Ҳарораттанзимкунӣ. Азбаски мурғи марҷон ғадудҳои арақкунӣ надорад, вай наметавонад бо роҳи арақкунӣ ҳудро салқин нигоҳ дорад. Вай ҳарорати бадани ҳудро танҳо тавассути васеъ ё танг кардани рағҳои хунгарди

пӯст ва ё бо роҳи нафаскашӣ бо нӯли кушодааш танзим мекунад. Аз ин рӯ, барои пешгирӣ аз гармшавӣ ё хунукшавии аз ҳад зиёди мурғон нигоҳ доштани ҳарорати оптималӣ дар дохили биноҳои мурғхона амали бисёр муҳим ба шумор меравад. Амалан, дар шакли тӯда дар як ҷо зич ҷамъ омадани ҷӯчаҳо нишонаи хеле паст будани ҳарорати ҳавои дохили биноҳои мурғхона мебошад. Аломати баландии аз ҳад зиёди ҳарорати ҳавои дохили биноҳои мурғхона бошад, ба нафастангии шадиди ҷӯчаҳо рабт дорад. Бинобар ин, танзим намудани ҳарорати ҳавои дохили мурғхона аз рӯзи аввали ҷойгир кардани ҷӯчаҳо дар он зарур аст.

Рушд ва инкишоф. Ҳарорати баланд метавонад ба мурғи марҷон стресс оварад, ки он, дар навбати худ, метавонад ба рушду инкишофи он халал эҷод кунад. Ҳарорати паст низ метавонад инкишофи парандаро суст гардонад, зеро барои нигоҳ доштани гармӣ энергияи иловагӣ лозим мешавад. Бинобар ин, дар ин маврид низ фароҳам овардани шароити оптималии ҳарорат дар дохили биноҳои хоҷагиҳои парандапарварӣ амри зарурӣ доништа мешавад.

Маҳсулноки. Шароити ҳароратӣ метавонад ба нишондиҳандаҳои истеҳсолии мурғи марҷон низ таъсир расонад. Ҳарорати баланд иштиҳои парандаро коҳиш дода, боиси пастравии истеҳсоли тухм ё гӯшт мегардад. Ҳарорати паст низ ба маҳсулнокии мурғи марҷон таъсири манфӣ мерасонад, зеро барои нигоҳ доштани гармӣ энергияи иловагӣ талаб карда мешавад.

Сиҳатӣ. Ҳарорати нокифоя ё аз ҳад зиёд метавонад боиси бемориҳои гуногуни мурғи марҷон (ба монанди сармозанӣ ё гармизанӣ) гардад. Аз ин рӯ, назоратбарии ҳароратӣ дар дохили биноҳои хоҷагиҳои парандапарварӣ барои нигоҳ доштани саломатии парандаҳо бисёр муҳим арзёбӣ карда мешавад.

Азбаски мурғи марҷон ба тағйирёбии ҳарорати ҳаво хеле ҳассос мебошад, зимни амсиласозии марҳилаҳои гуногуни ҳаёту фаъолияти он ба эътибор гирифтани шароити оптималии ҳароратӣ мутобиқи матлаб аст. Масалан, ҳарорати дохили бино барои ҷӯчаҳо метавонад аз ҳарорати барои ҷавонаҳо ва мурғони марҷони калонсол муайяншуда фарқ кунад. Аз ин рӯ,

низоми сохтори мурғхона бояд гармиизолятсияи биноҳо ва системаҳои гармидиҳию кондиционерии ҳаворо ба назар гирад.

Омили намӣ низ дар ҳаёту фаъолияти мурғи марҷонӣ дар муҳити мурғхона парваришбанда нақши муҳим дошта, метавонад ба саломатӣ, вазъ, осоишу роҳат ва маҳсулнокии он таъсири назаррас расонад.

Нафаскашӣ. Азбаски метаболизми (мубодилаи моддаҳои) мурғи марҷон бисёр дар сатҳи баланд қарор дорад, вай ҳангоми нафаскашӣ аз бадани худ миқдори зиёди обро бухор мекунад. Дар сурати дар дохили бинои мурғпарварӣ баланд будани сатҳи намӣ, оби аз бадани мурғи марҷон бухоршуда метавонад ба хуручи мағоракҳо ва бактерияҳо боис гардад, ки ин ба системаи нафаскашии он таъсири манфӣ мерасонад.

Мубодилаи гармӣ. Намнокии сатҳи баланди дохили бино метавонад ба бухоршавии оби бадани мурғи марҷон монеа эҷод кунад, ки дар натиҷа, салқиншавии бадани онро дар ҳароратҳои баланд душвор мегардонад. Ин ҳолат метавонад ба аз ҳад зиёд гарм шудани организми мурғи марҷон оварда расонад ва боиси фишори равонии (стресси) он гардад, ки ин албатта ба саломатӣ ва маҳсулнокии он бетаъсир намемонад.

Бемориҳо. Намнокии баланди дохили бинои мурғхона ҳамчунин метавонад ба рушди бемориҳои гуногуни мурғи марҷон (масалан, сироятҳои роҳи нафас ва бемориҳои пӯст) боис гардад. Намнокии паст бошад, баръакс, метавонад ба хушк шудани пардаҳои луобии мурғи марҷон биёрад ва боиси зиёд шудани осебпазирии он нисбат ба сироятҳо гардад.

Сифати тухм. Намнокии баланди дохили бинои мурғхона ба сифати тухми мурғи марҷон низ таъсири манфӣ расонида, ҳавфи сироятҳои гуногуни бактериявӣ вайроншавии тухмро зиёд мегардонад. Бинобар ин, назорати доимии сатҳи намӣ дар дохили биноҳои мурғпарварӣ барои таъмини роҳату осоиш, саломатӣ ва нигоҳ доштани нишондиҳандаҳои баланди истеҳсоли мурғи марҷон аҳамияти бағоят калон дорад. Сатҳи намнокии дохили биноҳои мурғхона тавассути системаҳои таҳвия (вентилятсионӣ), кондиционер ва дигар таҷҳизоти технологӣ танзим карда мешавад.

«Дар се рӯзи аввали ҳаёти чӯчаҳои мурғи марҷон сатҳи намии оптималии ҳавои дохили биноҳои мурғхона бояд дар ҳудуди 72-74% бошад. Дар рӯзҳои минбаъда сатҳи намии дохили биноҳоро то 60-70% коҳиш додан мумкин аст. Намии ҳавои аз 75% зиёд боиси кам шудани гармидиҳии чӯчаҳои мурғи марҷон ва бухоршавии намӣ тавассути роҳҳои нафаси онҳо мегардад. Дар натиҷа, тавассути роҳи ҳозимаи онҳо ҷудошавии об пурзӯр мегардад ва баъзан ҳатто дар организми онҳо исҳол (дарунравӣ) пайдо мешавад. Намии ҳавои аз 60% паст бошад, ба варам кардани (илтиҳоби) пардаҳои луобии роҳҳои нафаси чӯчаҳо боис гардида, талафоти намии организми онҳоро зиёд мегардонад, талаботро ба об бештар ва истеъмоли хӯрокро бад месозад» [42].

«Дар ҳароратҳои баланди дохили биноҳои мурғхона ҳавои намноки онҳо метавонад ба афзоиши микроорганизмҳои зараровар боис гардад ва ба боло рафтани хавфи пайдоиши бемориҳои сироятӣ мусоидат кунад. Бинобар ин, зимни амсиласозии ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон ба назар гирифтани системаҳои таҳвия (вентилятсионӣ) ва намноккунии ҳавои дохили биноҳои мурғпарварӣ зарур ҳисобида мешавад, то ки дар дохили онҳо сатҳи оптималии намнокӣ таъмин карда шавад» [56-76].

Омили рӯшноӣ. Дар ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон дар қатори омилҳои ҳарорат ва намӣ, омили рӯшноии дохили бино низ бисёр омили муҳим ба ҳисоб меравад. Барои он ки чӯчаҳои мурғи марҷон тадриҷан ба муҳити атроф одат кунанд, ҳангоми ба дохили бинои мурғпарварӣ ҷойгир кардани онҳо равшании нури ҳучраро паст кардан лозим аст. Барои ҷалб кардани онҳо ба ғизохӯрӣ ва обнӯшӣ, бояд зарфҳои хӯроқхӯрӣ мунтазам бо ғизои тоза пур ва зарфҳои обнӯшӣ дар як шабонарӯз якчанд маротиба тоза карда шавад.

Давомнокӣ ва шиддати рӯшноӣ дар мурғхона асосан аз шароити иқлими маҳал ва мавсими сол вобаста аст. Паҳншавии нур бошад, бештар аз навъи мурғхона (пӯшида ё кушода), системаи рӯшноидиҳӣ ва ранги фарши ҳучраҳои биноҳои парвариши парандаҳо вобастагӣ дорад.

Рӯшноӣ ба ҳолати мурғи марҷон бо роҳҳои гуногун таъсир мерасонад:

Танзими сикли шабу рӯз. Мурғи марҷон ба мисли аксар парандаҳо ба тағйирёбии рӯшноӣ ҳассосият нишон медиҳад. Сикли шабу рӯзи он дар танзими равандҳои асосии физиологӣ, аз қабилҳои истеъмоли ғизо, фаъолнокӣ ва ҳоб нақши бориз дорад. Вайрон шудани сикли табиӣ рӯшноӣ метавонад мурғи марҷонро ба стресс оварда, ба саломатию маҳсулнокии он таъсири манфӣ расонад. Аз ин рӯ, барои танзим ва назорати вақти истироҳат ва ҳӯрокхӯрии ҷӯҷаҳои мурғи марҷон равшаниро бо тарзи номуттасил ивазшаванда (4 соат рӯшноӣ, 2 соат торикӣ) истифода мешавад.

Рафтор. Шиддати рӯшноӣ ба рафтори мурғи марҷон низ таъсир мерасонад: рӯшноӣ нокифоя боиси кам шудани фаъолнокӣ ва рӯшноӣ аз ҳад зиёд боиси стресс ва изтиробӣ он мегардад.

Рушд ва инкишоф. Шиддати дурусти рӯшноӣ ба рушду инкишофи организми мурғи марҷон таъсири мусбат расонида, метавонад ташаккули муътадили скелет, мушакҳо ва ҷуғҳо онро таъмин созад.

Маҳсулноки. Шиддати рӯшноӣ ба маҳсулнокии мурғи марҷон таъсири мустақим дорад. Речаҳои дурусти рӯшноӣ метавонад раванди тухмгузорию мурғонии марҷонӣ модаро беҳтар кунад ва афзоиши вазни зиндаи мурғонии марҷонӣ бройлерино таъмин бахшад.

«Назорати сатҳи рӯшноӣ дар дохили биноҳои ҳоҷагии мурғимарҷонпарварӣ, ба мисли назорати дигар омилҳои таъсиррасони табиӣ, барои таъмини роҳату осоиштагӣ ва саломатии мурғи марҷон ва ҳамчунин барои дар сатҳи баланд нигоҳ доштани нишондиҳандаҳои асосии истеҳсоли зарур мебошад. Речаҳои оптималии рӯшноӣ вобаста ба синну сол ва ҷинси мурғи марҷон ва инчунин ба ҳадафҳои парвариши он (барои тухм, ғӯшт ё зотгирӣ) муайян карда шуда, бо ёрии системаҳои маҳсусгардонидашудаи рӯшноидиҳӣ танзим карда мешаванд» [78-96; 101-111].

Риояи меъёрҳои речаҳои рӯшноӣ зимни нигоҳубини мурғи марҷон дар муҳити мурғхонаӣ ва дар раванди парвариши он нақши бениҳоят калон дорад. Бо назардошти аҳамияти амалии ин масъала, дар бисёр ҳоҷагҳои

мурғимарчонпарварӣ биноҳои бетиреза бо речаи танзимшавандаи рӯшноӣ сохта мешаванд. Муайян карда шудааст, ки давомнокии равшании рӯз ва шиддати рӯшноӣ вобаста ба синну сол ба рушду инкишофи чӯчаву ҷавонаҳо таъсири гуногун мерасонанд. Аз ин рӯ, ҳангоми банақшагирии парвариши чӯчаҳои мурғи марчон, дар мурғхонаҳои хочагии мурғимарчонпарварӣ тафрикагузори (фаркгузори) байни речаҳои рӯшноиро ба эътибор гирифтани зарур аст.

«Шиддати рӯшноӣ дохили биноҳои мурғхона бояд ба фаъолият ва рафтори чӯчаҳои мурғи марчон мутобиқ гардонида шавад. Дар рӯзҳои аввали ҳаёти чӯчаҳо он бояд дар сатҳи 50 люкс қарор дода шавад. Сипас, то расидан ба синни 60-рӯзагӣ дар ҳудуди 15-20 люкс нигоҳ дошта шуда, пас аз он то ҳудуди 2-5 люкс коҳиш дода шавад. Шиддати рӯшноӣ сунъӣ бояд беларзиш (милт-милт), бо зудии на камтар аз 160 гц таъмин карда шавад» [23-27].

Ҳамин тариқ, ҳарорат, намӣ ва рӯшноӣ аз зумраи он омилҳои беруна мебошанд, ки таъсири онҳоро дар парвариши самарабахши мурғи марчон дар ибтидои марҳилаи парвариш ва марҳилаҳои баъдӣ ҳаёти он бояд ба назар гирифт. Барои ташкили микроклими оптималии мурғхона, бояд аз рӯи нақшаи «аз боло ба поён» системаи гармидиҳӣю вентилятсионӣ сохта шавад, то ки ҳавои тоза аз боло ворид шуда, аз поён хориҷ карда шавад. Ҳавои воридшаванда аз рӯи зарурат бояд тавассути калориферҳо гарм ва бо ёрии турбонамикунакҳо намнок карда шавад.

Маъмулан, дар мурғхонаҳое, ки шароити нигоҳдории мурғи марчон танзимшаванда аст, дастгоҳҳои худкори (авторегуляторҳои) ҳарорат ва намнокии ҳаво истифода мешаванд. Ин механизмҳо речаҳои зарурии ҳарорат ва намнокии дохили биноро дар сатҳҳои муқарраршуда ба танзим меоранд.

«Дар ин гуна мавридҳо танҳо мушоҳидаи ҳолати умумӣ, рафтори чӯчаҳо, пайгирии нишондиҳандаҳои ҳароратсанҷ ва мувофиқан, танзими ҳарорати дохили бино бо ёрии брудер зарур аст. Дар марҳилаҳои минбаъда ҳарорати зери брудер тадриҷан то сатҳи ҳарорати миёнаи дохили

бино паст карда мешавад. Пас аз ин, брудер комилан хомӯш карда мешавад» [24].

Дар маҷмуъ, дар сатҳи муқарраршуда нигоҳ доштани ҳарорат, намнокӣ ва рӯшноии дохили биноҳои мурғхона ба рушди қариб ҳамаи ҷанбаҳои соҳаи мурғимарҷонпарварӣ мусоидат менамояд. Масалан, тавре ки дар боло зикр шуд, ҳарорати баланд, махсусан дар якҷоягӣ бо намнокии баланд, метавонад боиси стресси мурғи марҷон гардад, ки ин, дар навбати худ, рушду афзоиши онро суст мегардонад. Ҳарорати паст низ метавонад, бинобар сарфи иловагии энергия, дар нигоҳ доштани гармии бадан раванди афзоиши вазни зиндаи онро боздорад. Яъне, шароити оптималии парвариш дар муҳити мурғхонаӣ ба рушду инкишофи муътадили мурғи марҷон ҳатман мусоидат менамояд.

«Дар ин радиф, амсилаи концептуалии ҳаёту ғайолияти мурғи марҷон, ҳамчун афзори зарурии таҳқиқотӣ, маҳз барои ҳалли мушкилоти тарҳрезии ҳамбастагии мураккаби байни раванди афзоиши массаи биологӣ ва омилҳои табиӣ ҳарорат, намнокӣ ва рӯшноӣ рӯйи кор омадааст. Амсилаи концептуалӣ бояд ба шароити мушаххаси нигоҳдорӣ ва ҳадафҳои парвариши мурғи марҷон мутобиқ гардонида шавад. Истифодаи воситаҳои муосири нармафзорӣ ва забонҳои барномасозии объектгаро дар амсиласозии навбатии компютери марҳилаҳои ҳаёту ғайолияти мурғи марҷон метавонад ба оптимизатсияи шароити нигоҳдорӣ, беҳтаргардонии солимии индивидҳо ва баланд бардоштани маҳсулнокии он мусоидат намоянд» [28-31; 38-41].

Дар хотима иқтибоси муҳимро аз дастурамали методии «Маълумот оид ба фарбеҳкунии мурғи марҷон» меорем: «... Талаботи асосӣ ба парвариши мурғи марҷон ин бурдани мушоҳидаи доимӣ ва мақсаднок нисбат ба он мебошад. Бинобар ин, дар ниҳояти кор ба самаранокии нақшаҳо, барномаҳо ва амсилаҳои сохташуда танҳо аз рӯйи нишондиҳандаҳои зимни парвариш ба даст овардаи ин паранда баҳо дода мешавад. Ҳолати санитарӣ, сохтори дуруст таҳияшудаи мурғхона, ратсиони хӯрок ва шароити муҳити

атроф шартҳои муҳимтарин барои ноил шудан ба истифодаи самарабахши потенциали генетикии мурғи марҷон ба ҳисоб мераванд» [42].

Ҳамин тариқ:

1. Зимни амсиласозии концептуалии марҳилаҳои ҳаёти мурғи марҷони дар муҳити хоҷагии парандапарварӣ парваришёбанда ба эътибор гирифтани омилҳои иқлимӣ аҳамияти амалӣ дорад, зеро шароити иқлимӣ метавонад ба солиммонӣ ва нишондиҳандаҳои истеҳсолии он таъсири назаррас расонад.

2. Омилҳои асосии иқлимӣ, ки ҳангоми амсиласозии концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон бояд ба эътибор гирифта шаванд, ҳарорат, намӣ ва равшанӣ мебошанд. Ин омилҳо метавонанд ба осоишу роҳати мурғи марҷон, истеъмоли ғизо ва об, афзоиш, рушд ва маҳсулнокии он таъсир расонанд.

3. Ба назар гирифтани омилҳои иқлимӣ дар амсилаи концептуалӣ имкон медиҳад, ки шароити мувофиқи нигоҳдории мурғи марҷон дар биноҳои истеҳсолии хоҷагии парандапарварӣ муҳайё карда шавад, барои парвариши он ғизои мувофиқ интихоб карда шавад, равандҳои зарурии истеҳсолӣ ба нақша гирифта шаванд.

4. Амсиласозии марҳилаҳои асосии сикли ҳаёти мурғи марҷон бояд ба шароити мушаххаси кишоварзӣ ва ҳадафҳои парвариши паранда мутобик карда шавад. Истифодаи нармафзори муносири компютерӣ дар қадамҳои минбаъдаи амсиласозӣ метавонад ба беҳтар гардонидани шароити парвариши мурғи марҷон мусоидат кунад.

5. Коркарди амсилаи компютерӣ, ки таҳияи он бар асоси амсилаи концептуалии ҳаёту фаъолияти мурғи марҷон ба нақша гирифта шудааст, барои таҳлили сценарияҳои гуногуни рушди мурғимарҷонпарварӣ, беҳбуд бахшидани шароити нигоҳдории он ва баҳри ноил шудан ба самаранокии максималии истеҳсолӣ пешбинӣ шудааст.

2.3. Нақши амсилаи математикии Мак-Миллан дар ҳалли масъалаҳои амалии соҳаҳои гуногуни илм

«Амсилаи регрессионии ғайрихаттии Мак-Миллан дар ибтидо барои тасвири вобастагҳои дохилии системаҳои пешбинӣ шуда буд, ки дар онҳо равандҳои системавӣ дар шакли хаттӣ зухур намеkunанд. Ин гуна равандҳо (асосан равандҳои кинетикӣ) бештар зимни амалишавии механизмҳои мураккаби реаксияҳои химиявӣ ва биохимиявӣ ба вуҷуд меоянд. Амсилаи мазкур дар ин гуна мавридҳо барои пешгӯӣ намудани динамикаи тағйирёбии консентратсияи моддаҳо ва суръати ин реаксияҳо вобаста ба таъсири омилҳои гуногун хизмат мерасонад» [163; 175].

Моҳияти амсилаи Мак-Миллан аз он иборат аст, ки дар тавсифи равандҳои дар системаҳои реаксионӣ (ангезанда) баамалоянда аз муодилаҳои математикӣ истифода бурда мешавад. Дар амсила ҳам суръати реаксия ва ҳам таъсири мутақобилаи ҷузъҳои система ба назар гирифта мешаванд, ки тавассути онҳо динамикаи тағйирёбии консентратсияи реагентҳо ва маҳсулотро вобаста ба омилҳои вақт ва шароити амалишавии реаксия пешгӯӣ кардан имконпазир мегардад.

«Амсилаи математикии Мак-Миллан динамикаи реаксияҳои химиявиро дар заминаи катализ тавсиф мекунад. Ин имкон медиҳад амсилаи мазкур дар соҳаҳои гуногун, аз ҷумла дар химияи муҳандисӣ ва биохимия истифода шавад. Амсилаи мазкур, ки ба муодилаҳои кинетикӣ асос ёфтааст, барои дарки механизми зерини таъсири катализаторҳо ҳамчун амал кардани моддаҳо бисёр муфид мебошад» [82].

«Тарҳи асосии (классикии) амсилаи Мак-Миллан имкон медиҳад, ки таъсири мутақобилаи якчанд тағйирёбанда (омил) дар системаи ғайрихаттӣ ба ҳисоб гирифта шавад» [40; 67]:

$$u = \delta_0 + \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot g_i(\vartheta) + \varepsilon,$$

u – тағйирёбандаи вобаста ё воқуниши система (масалан, консентратсияи моддаҳо) ба таъсири омилҳои гуногун (тағйирёбандаҳо), ϑ – маҷмуи

тағйирёбандаҳои новобаста (масалан, ҳарорат, консентратсияи реагентҳо ва ғайра), $g_i(\vartheta)$ – функсияҳои ғайрихаттиё, ки таъсири тағйирёбандаҳои ϑ -ро ба вокуниши система u тасвир менамоянд (масалан, логарифмҳо, экспонентҳо, бисёрраъзогиҳо ва ғайра), δ_0, δ_i – параметрҳои амсила (дар раванди таҳлили регрессионӣ муайян карда мешаванд), ε – хатогии тасодуфӣ.

Раванди таҳияи амсилаи Мак-Миллан марҳилаҳои зеринро дар бар мегирад: интихоби тағйирёбандаҳои калидӣ, ки ба натиҷаҳои ҷашмдошт таъсир расонида метавонанд; сохтани функсияи вокуниш, коркарди шаклҳои функционалӣ барои ҳар як омил; бо ёрии усули квадратҳои хурдтарин ё усулҳои градиентӣ арзёбӣ намудани параметрҳои амсила (ёфтани коэффитсиентҳои δ); таҳлили дақиқияти амсила (арзёбии сифати наздикшавӣ бо истифода аз андозагириҳои омӯрӣ, масалан, бо ёрии коэффитсиенти детерминатсия R^2).

«Масалан, зимни таҳқиқи реаксияҳои ферментативӣ амсилаи Мак-Милланро барои тавсифи кинетикаи навъи Михаэлис-Ментен истифода бурдан мумкин аст, ки дар он вобастагии суръати реаксия V аз консентратсияи субстрат $[S]$ ва дигар омилҳо характери ғайрихаттиро ба вуҷуд меорад» [61-82]:

$$V = \frac{V_{max}[S]}{K_m + [S]},$$

дар ин ҷо V_{max} – суръати максималии реаксия, K_m – доимии Михаэлис, ки наздикии ферментро ба субстрат тавсиф мекунад.

Амсилаи классикии Мак-Милланро дар ин маврид метавон чунин ифода кард:

$$u = \delta_0 + \sum_{i=1}^n \delta_i \cdot g_i([S]) + \varepsilon,$$

u – суръати реаксия, $g_i([S])$ – функсияҳои ғайрихаттиё, ки вобастагии байни суръати реаксия ва консентратсияи субстратро тавсиф мекунанд, δ_0, δ_i – коэффитсиентҳои амсила.

Амсилаи Мак-Милланро аз ҷиҳати математикӣ, инчунин, метавон ҳамчун системаи муодилаҳои дифференсиалии одӣ тасвир кард, ки бо ёрии он тағйирёбии концентратсияи моддаҳо бо мурури вақт тавсиф карда мешаванд:

$$\frac{dc_i}{dt} = g(c_1, c_2, \dots, c_n),$$

c_i – концентратсияи моддаи i -юм, g – функсияи тасвири кинетикаи реаксия.

Дар ин маврид амсила метавонад ба сифати параметрҳои худ суръати реаксия, тартиби реаксия ва константаҳои мувозинатро дар бар гирад, ки тавассути онҳо динамикаи равандҳоро амиқтар таҳлил кардан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, амсилаи регрессионии ғайрихаттии Мак-Миллан дар омӯзиш ва оптимизатсияи реаксияҳои химиявӣ метавонад ба сифати афзори тавононе хизмат кунад, ки бо ёрии он муҳаққиқон ва муҳандисон метавонанд равандҳои самараноки каталитикиро кор карда бароянд:

$$u = \frac{K}{1 + \frac{K - u_0}{u_0} e^{-kv}},$$

u – тағйирёбандаи вобаста (u_0 – қимати аввалаи тағйирёбандаи вобаста), v – тағйирёбандаи новобаста, K – қимати асимптотикӣ (максималӣ) ё ҳудудест, ки зимни афзоиши қимати тағйирёбандаи новобаста қимати тағйирёбандаи вобаста ба он майл мекунад, k – коэффитсиенти суръати афзоиши тағйирёбандаи вобаста зимни афзоиши қимати тағйирёбандаи новобаста.

Дар ин маврид амсила қачхаттаи s-шаклро тавсиф мекунад, ки он хоси равандҳои дар ибтидо суст ва баъд зуд инкишофёбандае мебошад, ки пас аз соҳиби қимати максималӣ шуда аз нав суст инкишоф меёбанд. Барои дарёфти қиматҳои оптималии параметрҳои амсила аз усули регрессияи ғайрихаттӣ истифода мешавад, ки он фарқи байни қиматҳои таҷрибавӣ ва ҳисобшударо ба минимум меорад.

Амсилаи математикии Мак-Миллан инчунин метавонад барои ҳалли масъалаҳои гуногуни биологӣ низ (махсусан масъалаҳои биохимиявӣ ва биологияи молекулавӣ) самаранок татбиқ карда шавад. Ҳалли масъалаҳои

мазкур дар муайянкунии шароитҳои оптималии амалишавии реаксияҳо дар саноати химиявӣ ва биохимиявӣ истифода мешаванд.

«Масалан, дар ҳалли масъалаҳои кинетикаи реаксияҳои ферментативӣ амсилаи мазкур имкон медиҳад, ки суръати реаксияи ферментҳо бо роҳи омӯзиши таъсири мутақобилаи онҳо бо субстратҳо ва таъсири омилҳои гуногун (аз қабيلي pH, ҳарорат, фишор, консентратсия ва ғайра) таҳлил карда шавад» [79; 124; 10-M].

Зимни амсиласозии роҳҳои метаболӣ бошад, бо истифода аз амсилаи Мак-Миллан фаҳмидан мумкин аст, ки чӣ гуна реаксияҳои гуногуни метаболӣ метавонанд дар алоқамандӣ бо ҳамдигар амалӣ шаванд ва чӣ гуна онҳо ба метаболизми (мубодилаи) умумии ҳучайра таъсир расонанд.

Бо ёрии амсилаи мазкур инчунин механизмҳои ҷилавгирӣ аз ферментҳо ва дигар молекулаҳои биологиро фаҳмидан мумкин аст, ки барои коркарди маводи доруворӣ бисёр муҳим доништа мешаванд.

Мо амсилаи классикии Мак-Милланро [175] бо ворид намудани каме тағйирот такмил дода, бо ёрии параметрҳои он қонунияти динамикаи тухмгузории мурғи марҷонро $E(t)$ муайян кардем, ки он ба ҳалли масъалаи таҳқиқотии мо хеле мусоидат намуд:

$$E(t) = E_{max} \cdot (1 - e^{-\beta \cdot t}) \cdot e^{-\alpha \cdot t}.$$

Дар формулаи мазкур бо ёрии E_{max} параметри қиёсгирии сатҳи сертухмии мурғи марҷон, бо α нишондиҳандаи (коэффитсиенти) шиддати тухмгузории мурғ то лаҳзаи ба авҷ (қулла) расидани дараҷаи тухмнокии он ва бо β нишондиҳандаи суръати қоҳишёбии тухмгузории мурғ пас аз лаҳзаи авҷи он ишорат шудаанд. Дар ин формула параметри қиёсгирии сатҳи сертухмии мурғи марҷон (E_{max}) коэффитсиентеро тавсиф менамояд, ки он сатҳи максималии имконпазири тухмгузорию (бузургии миқёс) барои зоти мушаххаси мурғи марҷон муайян месозад. Яъне параметри мазкур он гуна қимати функсияи $E(t)$ -ро қиёс менамояд, ки он тавсифи сертухмии мурғ

вобаста ба омили вақт буда, «амплитуда»-и ҳатти қачи (графики) тухмгузорино тасвир месозад.

Умуман, спектри татбиқи амсилаи математикии Мак-Миллан дар таҳқиқотҳои биологӣ хеле васеъ аст: коркард ва оптимизатсияи биокатализаторҳо барои равандҳои саноатӣ; омӯзиш ва таҳлили раванди интиқоли сигналҳо дар ҳуҷайраҳо, бо назардошти таъсири мутақобилаи байни сафедаҳо ва модификатсияи онҳо; фармакокинетика – барои омӯзиши равандҳои ҷаббидан, тақсимот ва мубодилаи моддаҳо ва инчунин ихроҷи маводи доруворӣ аз организм; амсиласозии бемориҳои сироятӣ – барои дарки динамикаи паҳншавии сироят, аз ҷумла таъсири мутақобилаи байни барангезандаҳои беморӣ, мизбонҳо ва муҳити атроф ва ғайра.

Амсилаи математикии Мак-Милланро дар таҳқиқотҳои экологӣ, масалан, омӯзиши таъсири мутақобила, таҳлили маълумоти эксперименталӣ, ошкорсозии қонуниятҳои тағйирёбӣ ва пешгӯии динамикаи популятсияҳои навъи «даранда ва сайд» низ истифода бурдан мумкин аст.

«Ҳамаи ин масъалаҳо на танҳо дар бораи доираи васеи татбиқи амсилаи мазкур дар таҳқиқотҳои биологӣ шаҳодат медиҳанд, балки онҳо, инчунин, барои фаҳмиши амиқи равандҳои мураккаби биохимиявӣ ва таҳияи стратегияҳои нав дар тиб, экология ва биотехнология шароит фароҳам меоранд» [163-166; 168-200].

2.4. Мутобиқгардонии амсилаи математикии Мак-Миллан барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон

Мақсади таҳқиқот аз ошкор сохтани қонунии тухмнокии мурғони марҷони зоти сафеди синапахн (ММ ЗСС) ва популятсияи навъи маҳаллии (ММ ПНМ) дар ҳоҷагии парандапарварии ҶДММ «Тоҷгол»-и ноҳияи Ёвони Ҷумҳурии Тоҷикистон парваришёбанда иборат аст.

«Тибқи таҳқиқоти мутахассисони соҳаи парандапарварӣ сатҳи сертухмӣ (маҳсулноқӣ), нишондиҳандаҳои морфологӣ, химиявӣ ва инкубатсионии тухм, ғоизи бордоршавии тухмҳо, баромади ҷӯҷаҳои солим

аз тухмҳо, таркиби тухм (сафеда, равған) ва вазни нисбии сафедӣ, зардӣ ва пӯчок дар тухми мурғи марҷони зоти сафеди синапахн дар синни 210-410 рӯзагӣ нисбат ба ҳамин гуна нишондиҳандаҳои мурғи марҷони навъи маҳаллии дар хоҷагии мазкур парваришбанда беҳтар мебошад (ҷадвали 2.1, тақмил ва умумигардонии ҷадвалҳои кори таҳқиқотии» [20]).

Ҷадвали 2.1. Нишондиҳандаҳои тухми мурғи марҷон

Нишондиҳанда	Зоти сафеди синапахн	Навъи маҳаллӣ
Тухмнокии миёнаи мурғ дар синни 210-410 рӯзагӣ, <i>дона</i>	73,1±0,15	66,2±0,37
Вазни миёнаи тухм, <i>г</i>	81,6±0,23	75,1±0,28
Бордоршавии тухмҳо / баромади чӯчаҳои солим, %	81,3 / 69,8	75,0 / 64,2
Вазни нисбӣ дар тухм, %: сафедӣ / зардӣ / пӯчок	57,0 / 34,0 / 9,0	56,5 / 33,3 / 10,2
Таркиби тухм, %: сафеда/равған	13,0 / 12,2	12,0 / 12,1

Нишондиҳандаҳои тухмнокии миёнаи бисёрсолаи мурғони марҷони зикршуда (*дона*, ба як сар мурғ) дар давраи 17-58-ҳафтагии парвариш барои солҳои таҳқиқотии 2015-2017 дар ҷадвали 2.2 тасвир ёфтаанд. Тавре аз маълумоти дар ин ҷадвал овардашуда дида мешавад:

1) дар шароити иқлимию табиӣ минтақаҳои ҷануби Тоҷикистон мурғи марҷон дар толи сол ҳамагӣ шаш моҳ (феврал-июл) тухм мегузорад;

2) нишондиҳандаи тухмнокии миёнаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахни синни 17-58-ҳафтагӣ (63,0±0,23 *дона*) нисбат ба ҳамин гуна нишондиҳандаи популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ (49,0±0,27 *дона*) баландтар аст.

Ҷадвали 2.2. Нишондиҳандаҳои миёнаи бисёрсола оид ба тухмгузории мурғи марҷон

Моҳҳои сол	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ҳамагӣ
Зоти сафеди синапахн	0	7	11	13	15	11	6	0	0	0	0	0	63,0±0,23
Популятсияи навъи маҳаллӣ	0	4	8	12	13	9	3	0	0	0	0	0	49,0±0,27

Дар кори таҳқиқотии [193] барои амсиласозии математикии тасвири маҳсулнокии (сатҳи сертухмии) мурғони маъмул (хурдҷусса) аз амсилаҳои математикии Мак-Миллан, Мак-Нелли, Нелдер ва дигарон истифода

шудааст. Муаллифон муқаррар кардаанд, ки сатҳи сертухмий мурғонро аз ҳама беҳтар бо ёрии амсилаи регрессионии ғайрихаттии Мак-Миллан таҳқиқ ва муайян кардан мумкин аст. Таҳлилҳои мо низ андешаи муаллифони таҳқиқоти мазкурро тасдиқ намуданд.

Усулҳои таҳқиқот. Дар баргузории таҳқиқоти мазкур мо аз усули амсиласозии математикӣ – амсилаи Мак-Миллан [96; 193], усули инҳирофи (дурравии) стандартӣ, усули квадратҳои хурдтарин ва технологияҳои барномасозӣ истифода бурдем. Амсилаи математикии Мак-Миллан дар муайян кардани сатҳи сертухмий мурғони марҷони навъҳои таҳқиқотӣ ва усули инҳирофи стандартӣ зимни ба синфҳо (гурӯҳҳо) тақсим кардани ин мурғон истифода шудаанд.

Усули инҳирофи стандартӣ як тарзи омории андозагирии дараҷаи парокандагии (дурравии) тухмнокии мурғони марҷони синфи интиҳобшуда нисбат ба қимати миёнаи онҳо мебошад. Усули мазкур нишон медиҳад, ки то кадом андоза дар синфи интиҳобшуда сатҳи сертухмий мурғон аз ҳамдигар ва аз қимати миёнашон фарқ мекунанд. Инҳирофи стандартӣ ҳар қадар калонтар бошад, ҳамон қадар парокандагии сатҳи сертухмий мурғон зиёдтар мешавад.

Дар аввал тамоми мурғони марҷони таҷрибавӣ ба се синфи (гурӯҳи) таҳқиқотӣ тақсим карда шуданд. Баъд барои ҳар як синф қимати миёнаи сатҳи сертухмий мурғон ($\bar{E}$) ва дурравии стандартии қимати онҳо (σ) нисбат ба қимати миёнашон муайян карда шуд. Ба синфи модалӣ G^0 мурғоне ворид шуданд, ки сатҳи сертухмий онҳо дар ҳудудҳои $\bar{E} \pm \sigma$ ҷойгир буд. Мурғони марҷоне, ки нишондиҳандаи сатҳи сертухмий онҳо аз ин қиматҳо болотар буд ($\bar{E} + \sigma$) ба синфи плюс-вариант G^+ ва аз ин қиматҳо поёнтарбуда ($\bar{E} - \sigma$) ба синфи минус-вариант G^- мансуб доништа шуданд.

Барои муайянкунии қимати миёнаи сатҳи сертухмий мурғони марҷони синфи интиҳобшуда ($\bar{E}$) аз формулаи маъмули зерин истифода шуд:

$$\bar{E} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_i, \quad (1)$$

ки дар ин ҷо бо ёрии N – миқдори умумии мурғони синфи мазкур ва бо E_i – миқдори тухмҳои дар фосилаи вақти муайяншуда (масалан, дар як моҳ) истеҳсолнамудаи мурғи i -юми ин синф ишора шудаанд.

Барои ҳисобкунии инҳирофи стандартӣ σ бошад, аз дигар формулаи маъмул истифода бурда шуд:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\bar{E} - E_i)^2}. \quad (2)$$

Бо истифода аз маълумоти ҷадвали 2.1 ва формулаҳои (1)-(2) қимати миёнаи сатҳи сертухмии мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва популятсияи навъи маҳаллиро дар ибтидо барои синфҳои модалӣ G^0 бо ёрии ҷадвали электронии Microsoft Excel ҳисоб намудем, ки онҳо мувофиқан ба $\bar{E}_1 \approx 10$, $\bar{E}_2 \approx 8$ баробар буда, инҳирофи стандартии онҳо мувофиқан ба $\sigma_1 = 3,188521$, $\sigma_2 = 3,719319$ баробар буд.

Зимни баргузории таҳқиқот ба ғайр аз усулҳои зикршуда, инчунин, аз технологияҳои амсиласозии мурғпарварӣ дар дохили бино [144; 163; 198], амсиласозии гулмоҳипарварӣ дар бассейн [58; 77; 91], амсиласозии парвариши моҳиҳои навъи гармидӯст дар экосистемаи ҳавз [87-90], амсиласозии занбӯриасалпарварӣ [71-72] ва усулҳои гуногуни барномасозӣ [63-66] ба таври васеъ истифода шудааст.

Такмили амсилаи математикии Мак-Миллан ва истифодаи он дар тасвири динамикаи тухмгузории мурғи марҷон. Барои ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ мо амсилаи классикии Мак-Милланро [193] бо ворид намудани каме тағйирот такмил дода, бо ёрии параметрҳои он қонунияти динамикаи тухмгузории мурғи марҷонро $E(t)$ муайян кардем:

$$E(t) = E_{max} \cdot (1 - e^{-\beta \cdot t}) \cdot e^{-\alpha \cdot t}. \quad (3)$$

Дар формулаи (3) бо ёрии E_{max} параметри қиёсгирии сатҳи сертухмий мурғ, бо α нишондиҳандаи (коэффитсиенти) шиддати тухмгузории мурғ то лаҳзаи ба авҷ (қулла) расидани дараҷаи тухмнокии он ва бо β нишондиҳандаи суръати коҳишёбии тухмгузории мурғ пас аз лаҳзаи авҷи он ишорат шудаанд. Дар формулаи мазкур параметри қиёсгирии сатҳи сертухмий мурғи марҷон (E_{max}) коэффитсиентеро тавсиф менамояд, ки он сатҳи максималии имконпазири тухмгузорию (бузургии микёс) барои зоти мушаххаси мурғи марҷон муайян месозад. Яъне параметри мазкур он гуна қимати функсияи $E(t)$ -ро қиёс менамояд, ки он тавсифи сертухмий мурғ вобаста ба омили вақт буда, «амплитуда»-и хатти қачи (графики) тухмгузорию тасвир месозад.

Муҳимтарин арзиши параметри E_{max} дар он ифода меёбад, ки он ҳамчун бузургӣ сатҳи умумии маҳсулнокии зоти таҳқиқотии мурғи марҷонро муайян намуда, тағйироти динамикии раванди тухмгузории мурғро вобаста бо мурури вақт бо ёрии узвҳои экспоненсиалии амсила (параметри E_{max} ва коэффитсиентҳои α ва β) тавсиф менамояд.

Инчунин, аҳамияти амалии параметри E_{max} аз он иборат аст, ки он қимати ҳудудии тухмгузории мурғи марҷонро барои шароити додашудаи парвариш инъикос менамояд. Яъне қимати E_{max} ҳар қадар калонтар бошад, ҳамон қадар ҳосилнокии максималии имконпазири мурғони тухмдех баландтар ҳисобида мешавад. Дар амалияи истеҳсолӣ қимати E_{max} метавонад аз омилҳои биологӣ (зоти мурғи марҷон, синну соли он, нишонаҳои генетикӣ) ва шароити нигоҳдорию парвариши мурғ вобаста бошад.

Барои бо истифода аз усули квадратҳои хурдтарин ёфтани қимати параметр ва коэффитсиентҳои амсилаи Мак-Миллан (E_{max}, α, β) ва минбаъд истифода бурдани онҳо дар сохтани графики сертухмий мурғи марҷон, зарур аст, ки фарқи (иштибоҳи) байни маълумоти таҷрибавӣ оид ба тухмгузории

мурғ $E_{exp}(t)$ ва ҳамин гуна қиматҳои тавассути формулаи (1) ҳисобшуда ба минимум оварда шаванд.

Раванди минимизатсияи иштибоҳи байни маълумоти таҷрибавӣ ва натиҷаҳои амсилави оид ба тухмгузори мурғи марҷон ду марҳилаи асосиро дар бар мегирад:

якум, сохтани функсияи иштибоҳи $\sigma(E_{max}, \alpha, \beta)$. Функсияи иштибоҳ аз суммаи квадратҳои фарқи байни қиматҳои ададии таҷрибавӣ ва қиматҳои ададии бо ёрии амсила барои ҳар як лаҳзаи вақти t_i ҳисобшуда иборат аст:

$$\sigma(E_{max}, \alpha, \beta) = \sum_{i=1}^N [E_{exp}(t_i) - E_{max} \cdot (1 - e^{-\beta \cdot t_i}) \cdot e^{-\alpha \cdot t_i}]^2, \quad (4)$$

ки дар ин ҷо $E_{exp}(t_i)$ – қимати таҷрибавии тухмнокии мурғи марҷон дар вақти t_i буда, N – миқдори мушоҳидаҳои баргузоршуда (моҳҳои сол) бо мурғони синфи мушаххаси таҷрибавӣ мебошад;

дуюм, ёфтани қиматҳои оптималии параметри E_{max} ва коэффитсиентҳои α ва β . Барои ёфтани қиматҳои оптималии параметри E_{max} ва коэффитсиентҳои α ва β қимати функсияи иштибоҳ $\sigma(E_{max}, \alpha, \beta)$ -ро ба минимум овардан лозим аст. Амали минимизатсияи (хурд кардани) қимати функсияи иштибоҳро метавон тавассути дарёфти он қиматҳои параметр ва коэффитсиентҳои мазкур анҷом дод, ки барои онҳо ҳосилаҳои хусусии функсияи иштибоҳ нисбат ба E_{max} , α ва β ба сифр баробар бошанд:

$$\frac{\partial \sigma(E_{max}, \alpha, \beta)}{\partial E_{max}} = 0, \quad \frac{\partial \sigma(E_{max}, \alpha, \beta)}{\partial \alpha} = 0, \quad \frac{\partial \sigma(E_{max}, \alpha, \beta)}{\partial \beta} = 0.$$

Вале ёфтани ҳалли аналитикии ин гуна муодилаҳо метавонад бисёр раванди мураккаб бошад. Аз ин рӯ, дар амалия бештар аз усулҳои адабии оптимизатсионӣ, масалан, усулҳои зерин, истифода мебаранд:

- усули «хурдшавии градиентӣ»: Усули мазкур усули итератсионӣ (такроршаванда) ба ҳисоб меравад. Зимни истифодаи ин усул қиматҳои параметри E_{max} ва коэффитсиентҳои α ва β ба самти градиенти манфии

функсияи иштибоҳ, то расидан ба минимуми (ҳадди аққали) худ, такрор ба такрор навсозӣ (иваз) карда мешаванд;

- усули Левенберг-Маркварт: Ин усул усули комбинатсионӣ буда, барои ҳалли масъалаи «квадратҳои хурдтарин» ва ҷустуҷӯи самараноктари минимум усулҳои «хурдшавии градиентӣ» ва Нютонро бо ҳам муттаҳид месозад.

Ин усулҳои оптимизатсионӣ тартиби зерини ҳисобкунии қиматҳои оптималии параметру коэффитсиентҳоро пешниҳод ва риоя мекунанд:

a) интиҳоби қимати наздикшавиҳои аввала. Раванди ҳисобкуниҳо тавассути қиматҳои пешакӣ додашудаи параметри E_{max} ва коэффитсиентҳои α ва β оғоз меёбад;

b) навсозии итеративӣ. Дар ҳар як қадами итератсия функсияи иштибоҳ ва градиентҳои он такроран аз нав ҳисоб карда шуда, барои хурд кардани қимати функсияи иштибоҳ қиматҳои параметр ва коэффитсиентҳо навсозӣ карда мешаванд;

c) муайянкунии дараҷаи наздикшавӣ. Раванди итератсионӣ то лаҳзае идома меёбад, ки тағйирот дар қимати параметрҳои E_{max} , α ва β ё қимати функсияи иштибоҳ аз ҳадди пешакӣ муқарраршуда хурдтар нагардад.

Барои арзёбии дараҷаи мувофиқати натиҷаҳои компютери тавассути амсилаи Мак-Миллан ҳосилшуда бо маълумоти таҷрибавӣ бошад, зарур аст, ки қимати коэффитсиенти детерминатсия R^2 муайян карда шавад. Нишондиҳандаи мазкур гувоҳӣ медиҳад, ки то кадом андоза амсила метавонад тағйирёбии маълумоти таҷрибавиро дуруст инъикос кунад. Ҳисобкунии қимати коэффитсиенти детерминатсия R^2 дар таҳқиқот тибқи алгоритми зерин амалӣ гардонида мешавад:

1) Бо ёрии формулаи (3) ва қиматҳои оптималии параметрҳои амсила E_{max} , α , β муайян кардани дараҷаи сертухмӣ мурғи марчон $E(t_i)$.

2) Тавассути формулаи (1) ҳисоб кардани қимати миёнаи маълумоти таҷрибавӣ

$$Emx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N E_{exp}(t_i).$$

3) Ҳисоб кардани суммаи квадратҳои иштибоҳоти маълумоти таҷрибавӣ (дисперсияи умумӣ) бо ёрии формулаи

$$S_{tt} = \sum_{i=1}^N [E_{exp}(t_i) - Emx]^2.$$

4) Ҳисоб кардани суммаи квадратҳои бақия (дисперсияи номаълум) бо ёрии формулаи

$$S_{rs} = \sum_{i=1}^N [E_{exp}(t_i) - E(t_i)]^2.$$

5) Ҳисоб кардани қимати коэффитсиенти детерминатсия бо формулаи

$$R^2 = 1 - \frac{S_{rs}}{S_{tt}}.$$

Мо барои оптимизатсияи қимати параметри E_{max} ва коэффитсиентҳои α, β ва ёфтани қимати коэффитсиенти детерминатсия R^2 аз бастаи барномаҳои татбиқии забони барномасозии объектгарои муосири Python (махзани зербарномаҳои стандартии «scipy.optimize», «numpy» ва функсияҳои математикии «curve_fit», «np.mean», «np.sum») ва инчунин аз маълумоти таҷрибавии ҷадвали 2.1 истифода бурдем. Рамзҳои барномавии ҳалли масъалаи ҷустуҷӯи қиматҳои оптималии параметрҳои E_{max}, α, β ва коэффитсиенти детерминатсия R^2 дар амсилаи математикии Мак-Миллан барои варианти мурғи марҷони зоти сафеди синапахн дар забони барномасозии Python дорои намуди зерин мебошанд:

```
# Рамзҳои барномавӣ дар Python
import numpy as np
from scipy.optimize import curve_fit
import matplotlib.pyplot as plt

# Тасвири амсилаи Мак-Миллан
def MMM(t, Emx, alp, bet):
```

```

return Emx*(1-np.exp(-bet*t))*np.exp(-alp*t)

# Маълумоти таҷрибавӣ барои мурғи марҷони зоти сафеди синапахн
t=np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6]) # Вақт (феврал-июл)
Epx=np.array([7, 11, 13, 15, 11, 6]) # Маълумоти эксперименталӣ

# Қиматҳои аввалаи параметр ва коэффитсиентҳои амсила
ings = [15, 0.01419, 0.781] # Қиматҳои аввалаи Emx, alp, bet

# Раванди оптимизатсия
try:
prm, prmcrv = curve_fit(MMM, t, Epx, p0=ings, bounds=([0, 0, 0], [30, 2, 2]),
maxfev=10000)
Emxo, alpo, beto = prm

# Ҳисобкунии тухмнокии мурғ бо ёрии амсила
tf = np.linspace(0, 6, 100) # Миқёссозӣ барои график
Et = MMM(tf, Emxo, alpo, beto)

# Ҳисобкунии қимати миёнаи маълумоти таҷрибавӣ
Emx = np.mean(Epx)

# Ҳисобкунии суммаи квадратҳои иштибоҳот (дисперсияи умумӣ)
Stt = np.sum((Epx - Emx) ** 2)

# Ҳисобкунии суммаи квадратҳои бақияҳо (дисперсияи номаълум)
Srs = np.sum((Epx - Et) ** 2)

# Ҳисобкунии қимати коэффитсиенти детерминатсия (R2)
R2 = 1 - (Srs / Stt)

# Натиҷаҳои амсила барои синфи «G0»-и мурғи марҷони ЗСС
print("Параметрҳои оптималӣ:")
print(' Emaxopt =', Emxo, ' alphaopt =', alpo, ' betaopt =', beto)
print("Коэффитсиенти детерминатсия R^2 = ", R2)
print("Натиҷаҳои таҷрибавӣ:", Epx)
print("Натиҷаҳои амсилави:", Et)

Қимати параметри  $E_{max} = 15$  ва қимати коэффитсиентҳои  $\alpha = 0,1815$ 
ва  $\beta = 0,4086$ , ки дар чараёни оптимизатсиякунонӣ ҳосил шудаанд, фарқи

```

байни маълумоти таҷрибавӣ ва амсилавии мурғи марҷони зоти сафеди санапахро ба минимум меоранд. Ин амал имкон медиҳад, ки динамикаи тухмгузори мурғи марҷони зоти мазкур бо мурури вақт дақиқтар тасвир карда шавад.

Рамзҳои барномавии ҷустуҷӯи қиматҳои оптималии E_{max}, α, β амсилаи Мак-Миллан ва ҳисобкунии дараҷаи мувофиқати натиҷаҳои компютери амсила бо маълумоти таҷрибавӣ (R^2) барои варианти популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ низ айнан ҳамин тавр тасвир шуда, дар онҳо танҳо маълумотҳои ададии мансуб ба мурғи навъи мазкур иваз карда мешаванд.

Татбиқи усулҳои баррасишуда дар ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ ва таҳлили натиҷаҳои ҳосилшуда. «Дар ҷараёни таҳқиқот маълум гашт, ки аломати сертухмии мурғ яке аз нишондиҳандаҳои асосии маҳсулнокии мурғи марҷони тухмиро ташкил медиҳад. Аз ин рӯ, пайдост, ки таҳия ва истифодаи амсилаҳои математикии тавсифӣ ва пешгӯикунандаи маҳсулнокии мурғи марҷон чи дар сатҳи инфиродӣ ва чи дар сатҳи синфи тақсимоӣ аҳамияти хосса пайдо мекунад. Пешрафти селекцияи сертухмии мурғи марҷон низ, пеш аз ҳама, аз дақиқии арзёбии ҳамин хосияти мурғ вобаста мебошад» [35; 198].

Мо дар ин ҷо бо истифода аз усулҳои амсиласозӣ ва барномасозӣ таъсири зот ва синфи тақсимоии мурғони марҷони тухмиро ба динамикаи сертухмии миёнаи индивидҳои онҳо муайян намудем. Дар ҷадвали 2.3 қиматҳои оптималии параметр (E_{max}) ва коэффитсиентҳои амсила (α, β), ки тавассути забони барномасозии объектгарои Python ҳисоб шудаанд, инъикос ёфтаанд.

Аз нишондиҳандаҳои ҷадвали 2.3 равшан аст, ки меъёри ривҷёбии динамикаи сертухмии мурғи марҷони зоти сафеди санапах (α) барои ҳар се синфи тақсимоӣ дар сатҳҳои гуногун (0,1461-0,2217) қарор дорад. Қимати максималии меъёри пастравӣ (β) барои мурғи мазкур дар синфи тақсимоии G^+ (0,5393) ва қимати минималии он дар синфи тақсимоии G^- (0,2917)

мушоҳида мешавад. Мурғони марҷони тухмдеҳи синфи тақсимотии G^0 дорои қимати миёнаи пастравии 0,4086 мебошанд.

Ҷадвали 2.3. Қиматҳои оптималии параметр ва коэффитсиентҳои амсила

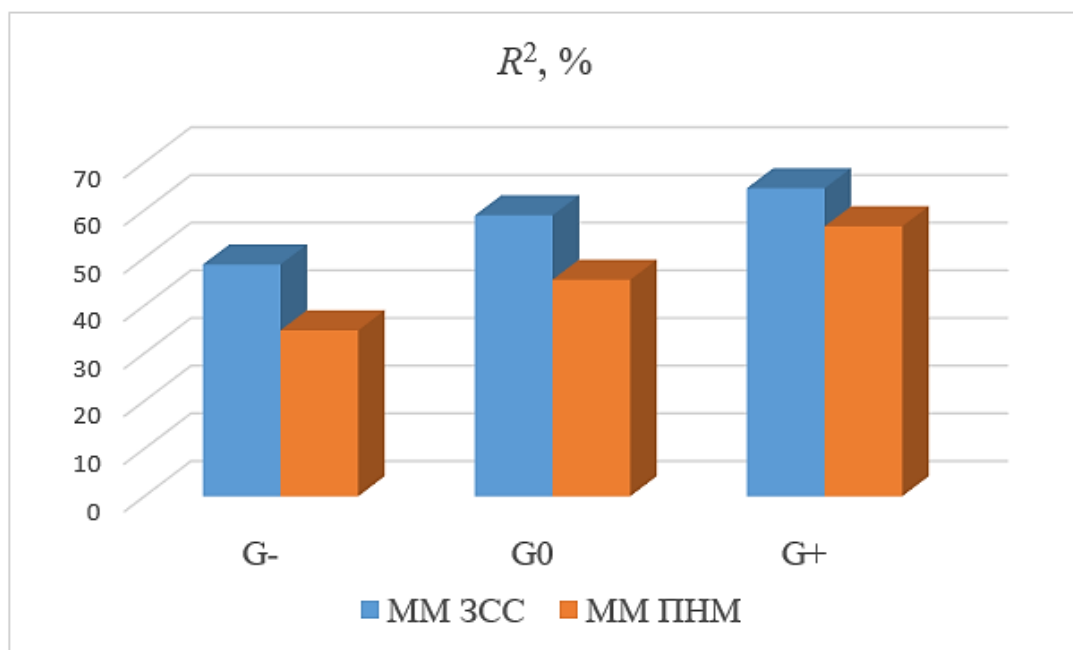
Мурғи марҷон	Синфи тақсимотӣ	Параметрҳо		
		E_{max}	α	β
Зоти сафеди синапахн	G^-	12	0,2217	0,2917
	G^0	15	0,1815	0,4086
	G^+	18	0,1461	0,5393
Навъи маҳаллӣ	G^-	9	0,2432	0,1681
	G^0	13	0,2071	0,3107
	G^+	17	0,1576	0,4685

Эзоҳ: G^- – синфи мурғони аз сатҳи миёнаи сертухмӣ поён; G^0 – синфи мурғони сатҳи миёнаи сертухмӣ; G^+ – синфи мурғони аз сатҳи миёнаи сертухмӣ боло.

Барои синфҳои тақсимотии популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ меъёри коҳишёбии сертухмӣ (β) мувофиқан ба G^+ (0,4685), G^- (0,1681) ва G^0 (0,3107) баробар мебошад. Меъёри афзоиши динамикаи сертухмии ин мурғ (α) бошад, барои ҳар се синфи тақсимотӣ тақрибан дар як сатҳ (0,1576-0,2432) қарор дорад.

Байни асимптоти маҳсулноқӣ оид ба сертухмии ин мурғони марҷон ва коэффитсиентҳои амсилаи математикӣ барои синфҳои тақсимотии онҳо ва инчунин байни индивидҳои мурғони навъҳои мазкур фарқияти назаррас вучуд дорад. Мувофиқати натиҷаҳои ҳисобшуда бо натиҷаҳои воқеии аз таҷриба ҳосилшуда (R^2) 34,8-64,6 фоизро ташкил медиҳад (расми 2.3).

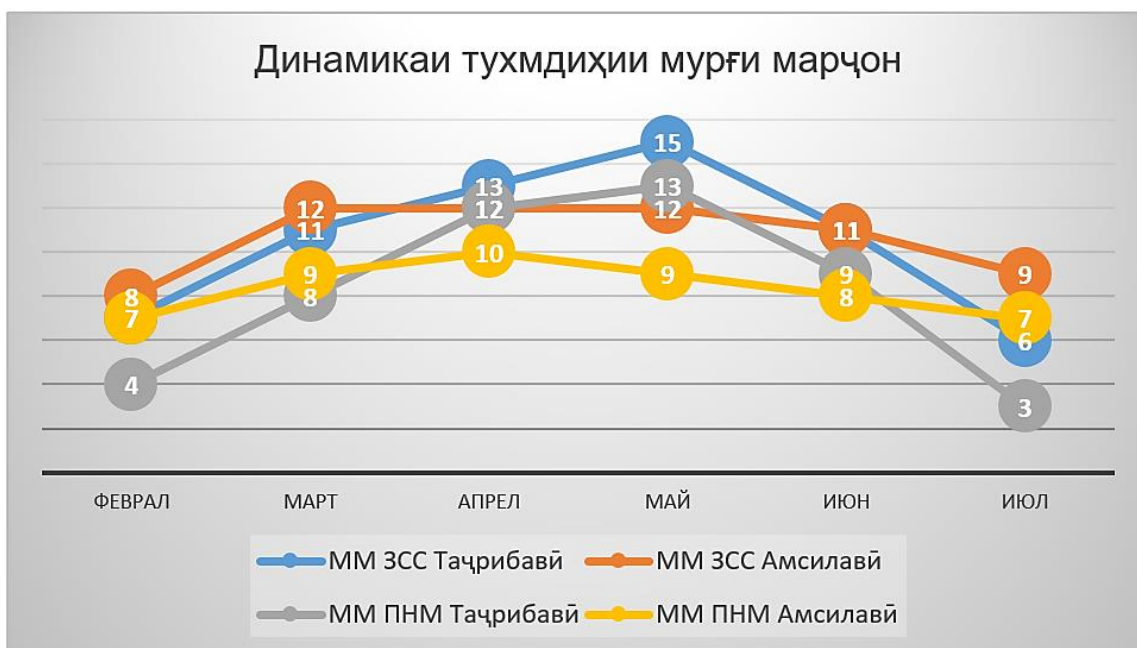
Байни маълумоти натиҷавии амсилаи ва таҷрибавӣ оид ба сертухмии мурғони марҷони навъҳои таҳқиқотӣ шабоҳати зиёд муқаррар карда шуд, ки ин аз дақиқии баланди фарзия оид ба дурнамои маҳсулнокии ин парандаҳо шаҳодат медиҳад. Ҳамчунин, маълум гардид, ки барои мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ҳадди имконпазири сертухмӣ нисбат ба популятсияи мурғони марҷони навъи маҳаллӣ каме баландтар аст (расми 2.4).



Расми 2.3. Қимати коэффитсиентҳои коррелятсияи маҷмуии амсилаи математикии Мак-Миллан дар динамикаи синфҳои тақсимоии G^- , G^0 , G^+

Аз натиҷаҳои расми 2.4 бармеояд, ки мурғи марҷони зоти сафеди синапахн дар муқоиса ба популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ дорои суръати нисбатан сусти пастравӣ дар маҳсулнокии тухмӣ, пас аз расидан ба қуллаи авҷи сертухмӣ, мебошад. Фарқи байни маълумоти назариявӣ ва маълумоти таҷрибавӣ, дар ин маврид, аз 10% зиёд нест, ки ин аз эътимоднокии баланди натиҷаҳои бадастомада шаҳодат медиҳад. Аз ин ҷо бармеояд, ки амсилаи математикии такмилёфтаи Мак-Миллан динамикаи сертухмии мурғони марҷонро ба таври саҳеҳ тасвир карда, фарқияти меъёрҳои коҳишёбӣ ва болоравии тухмгузори онҳоро вобаста ба синфҳои тақсимоӣ ошкор сохта метавонад.

Ҳамин тариқ, зимни таҳқиқот муқаррар карда шудааст, ки фарқияти меъёрӣ ҳам аз асимптоти маҳсулнокии мурғони марҷони тухмӣ ва ҳам аз қимати коэффитсиентҳои амсилаи математикӣ вобастагӣ дорад. Мутобиқати натиҷаҳои амсилаи математикии Мак-Милланро бо динамикаи воқеии маҳсулнокии мурғони марҷони тухмӣ қаноаткунанда ҳисобидан мумкин аст.



Расми 2.4. Динамикаи маҳсулнокии ҳарду навъи мурғи марҷон оид ба сертухмӣ (дона) ва аппроксиматсияи он бо амсилаи Мак-Миллан

Умуман, спектри татбиқи амсилаи математикии Мак-Миллан дар таҳқиқотҳои биологӣ хеле васеъ аст: коркард ва оптимизатсияи биокатализаторҳо барои равандҳои саноатӣ; омӯзиш ва таҳлили раванди интиқоли сигналҳо дар ҳуҷайраҳо, бо назардошти таъсири мутақобилаи байни сафедаҳо ва модификатсияи онҳо; фармакокинетика – барои омӯзиши равандҳои ҷаббидан, тақсирот ва мубодилаи моддаҳо ва инчунин ихроҷи маводи доруворӣ аз организм; амсиласозии бемориҳои сироятӣ – барои дарки динамикаи паҳншавии сироят, аз ҷумла таъсири мутақобилаи байни барангезандаҳои беморӣ, мизбонҳо ва муҳити атроф ва ғайра.

Амсилаи математикии Мак-Милланро дар таҳқиқотҳои экологӣ, масалан, омӯзиши таъсири мутақобила, таҳлили маълумоти эксперименталӣ, ошкорсозии қонуниятҳои тағйирёбӣ ва пешгӯии динамикаи популятсияҳои навъи «даранда ва сайд» низ истифода бурдан мумкин аст.

«Ҳамаи ин масъалаҳо на танҳо дар бораи доираи васеи татбиқи амсилаи мазкур дар таҳқиқотҳои биологӣ шаҳодат медиҳанд, балки онҳо, инчунин, барои фаҳмиши амиқи равандҳои мураккаби биохимиявӣ ва таҳияи стратегияҳои нав дар тиб, экология ва биотехнология шароит фароҳам меоранд» [1-3; 56-60].

Ҳамин тариқ, дар раванди таҳқиқот маълум шуд, ки тавассути усулҳои амсиласозии математикӣ ва интиҳоби дурусти тарзи ташаккул ва истифодаи синфҳои тақсимотии мурғони тухмдеҳ бо эътимоднокии баланд қонуниятҳои сертухмии мурғи марҷонро кашф намудан имконпазир аст:

1) муайян карда шудааст, ки бо истифода аз амсилаи математикии тақмилифтаи Мак-Миллан динамикаи сертухмии мурғони марҷони тухмдиҳанда ва фарқияти меъёрҳои хоҳишбӣ ва зиёдшавии ин динамикаро вобаста ба синфҳои тақсимотии мурғон дақиқ арзёбӣ намудан мумкин аст;

2) тавассути амсилаи мазкур тамоми маълумоти заруриро оид ба маҳсулнокии мурғи марҷон дар марҳилаҳои гуногуни давраи ҳаёташ таҳлил ва пешгӯӣ кардан имконпазир аст;

3) натиҷаҳои таҳқиқот ба фаҳмиши амиқи раванди тухмгузори мурғи марҷон дар марҳилаҳои гуногуни давраи зиндагии он мусоидат намуда, имкон медиҳанд, ки оид ба динамикаи сертухмии он хулосаҳои дақиқ бароварда шаванд;

4) натиҷаҳои таҳқиқотро барои оптимизатсияи раванди парвариши мурғи марҷон, баланд бардоштани самаранокии истеҳсоли тухм ва тақмили технологияҳои парандапарварӣ истифода бурдан ба мақсад мувофиқ аст;

5) тақмили минбаъдаи амсилаи математикии Мак-Миллан бо роҳи ворид намудани параметрҳои иловагӣ метавонад дар арзёбии дигар самтҳои хоҷагидорӣ соҳаи мурғимарҷонпарварӣ васеъ истифода шавад.

Хулосаҳои боби дуюм

Дар ҷараёни таҳқиқот маълум гардид, ки барои оптимизатсияи раванди парвариши мурғи марҷон дар шароити хоҷагии мурғимарҷонпарварӣ бояд марҳилаҳои асосии рушду инкишофи он таҳлил карда шавад. Барои ҳалли масъалаҳои истеҳсолии соҳаи мурғимарҷонпарварӣ бошад, истифодаи технологияҳои амсиласозии концептуалӣ ва математику компютерӣ муҳим доништа шудааст. Таъкид шудааст, ки истифодаи технологияҳои амсиласозӣ

метавонад ба фаҳмиши амиқтари равандҳои мурғимарчонпарварӣ мусоидат намояд.

Қайд гардидааст, ки зимни амсиласозии концептуалии марҳилаҳои ҳаёти мурғи марчон дар шароити хоҷагии парандапарварӣ ба эътибор гирифтани омилҳои иқлимӣ (ҳарорати ҳаво, намӣ, равшанӣ) аҳамияти ғавқулодда амалӣ дорад. Омилҳои иқлимӣ метавонанд ба осоишу роҳат, солиммонӣ, истеъмоли ғизову об, афзоиш, рушд, маҳсулноки ва дигар нишондиҳандаҳои истеҳсолии мурғи марчон таъсири назаррас расонанд. Дар амсила ба ҳисоб гирифтани омилҳои иқлимӣ имкон медиҳад, ки шароити мувофиқи нигоҳдории мурғи марчон дар дохили биноҳои истеҳсолии хоҷагии парандапарварӣ муҳайё карда шавад, интиҳоби ғизои мутавозин ва равандҳои зарурии истеҳсолӣ ба нақша гирифта шаванд.

Амсиласозии марҳилаҳои асосии сикли ҳаёти мурғи марчон бояд ба ҳадафҳо ва шароити мушаххаси парвариш мутобиқ карда шавад. Истифодаи нармафзорҳои муносири амсилавӣ дар қадамҳои минбаъдаи амсиласозӣ метавонад ба беҳтар гардидани шароити парвариши мурғи марчон мусоидат намояд. Амсилаи компютерии бар асоси амсилаи концептуалии ҳаёту ғавқулияти мурғи марчон таҳияшуда бояд ба таҳлили сценарияҳои гуногуни рушди мурғимарчонпарварӣ ва ноил шудан ба натиҷаҳои максималии истеҳсолӣ равона карда шавад.

Дар раванди таҳқиқот инчунин равшан гардид, ки тавассути амсиласозӣ метавон бо эътимоди баланд қонуниятҳои сертухмии мурғи марчонро кашф намуд, синфҳои тақсимотии мурғони тухмдеҳро дуруст ташаккул дод. Муайян карда шуд, ки бо истифода аз амсилаи математикии такмилёфтаи Мак-Миллан динамикаи сертухмии мурғи марчонро арзёбӣ ва фарқияти меъёрҳои хоҷишу зиёдшавии ин динамикаро вобаста ба синфҳои тақсимоӣ саҳеҳ кардан имконпазир аст.

БОБИ 3. УСУЛҲОИ АМСИЛАСОЗИИ МАТЕМАТИКИЮ КОМПЮТЕРӢ ДАР ТАҲҚИҚИ ДИНАМИКАИ АФЗОИШИ ВАЗНИ ЗИНДАИ МУРҒИ МАРЧОН

3.1. Амсилахони хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ ва логистикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон

Усулҳои амсиласозии математикӣ дар тасвир ва таҳлили динамикаи рушди синнусолии массаи биологии популятсияҳо ба таври васеъ истифода бурда мешаванд. Масалан, дар тасвир, пешгӯӣ ва арзёбии хусусиятҳои синнусолии динамикаи афзоиши вазни зинда ва маҳсулнокии популятсияи парандаҳо бештар аз амсилахони математикии маъруф ва маъмули Пюттер [193], Берталанффи [58], Бричес [98], Меншуткин [102], Мак-Миллан [7-М] ва дигар амсиласозони машҳури ҷаҳонӣ истифода мебаранд.

Мо низ зимни баргузориҳои таҳқиқҳои қаблии худ, вобаста ба омӯзиш ва арзёбии маҳсулнокии мурғи марчон [1-М–17-М], моҳӣ [28-30; 40; 54-62; 69-71], занбӯри асал [71-72; 123-128] ва дигар намудҳои биологӣ, амсилахони мазкурро мавриди истифода ва таҳлили математикии ҳамаҷониба қарор дода будем. Дар таҳқиқоти мазкур бошад, тасмим гирифтем, ки тасвири хусусиятҳои синнусолии динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчонро бо истифода аз имконоти таҳлили амсилахони математикии маъмул ва аз ҷиҳати сохтор нисбатан сода анҷом диҳем. Аз ин рӯ, ба сифати объекти таҳқиқотӣ, мо дар ин маврид, амсилахони математикии хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ ва логистикиро интихоб кардем.

Дараҷаи татбиқшавандагӣ ва арзиши таҳқиқотии ин амсилахоро мо пештар зимни омӯзиш ва арзёбии динамикаи синнусолии афзоиши массаи биологии гулмоҳӣ [58; 69; 92] низ санҷида будем. Дар ин ҷо мехоҳем, ки бо ёрии ин афзорҳои таҳқиқотӣ аз нав хусусиятҳои синнусолии динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчонро арзёбӣ кунем ва дар хусуси татбиқшавандагӣ ё татбиқнашавандагии онҳо итминони комил ҳосил кунем.

Амсилаи хаттӣ. Намуди умумии амсилаи математикии дар асоси функсияи хаттӣ сохташуда, ки дар тасвир ва ҳисобкунии динамикаи рушди

вазни зиндаи индивиди гулмоҳӣ ва дигар намудҳои биологӣ истифода шудааст [58; 77; 102], чунин аст:

$$M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \frac{t}{t_{max}}. \quad (1)$$

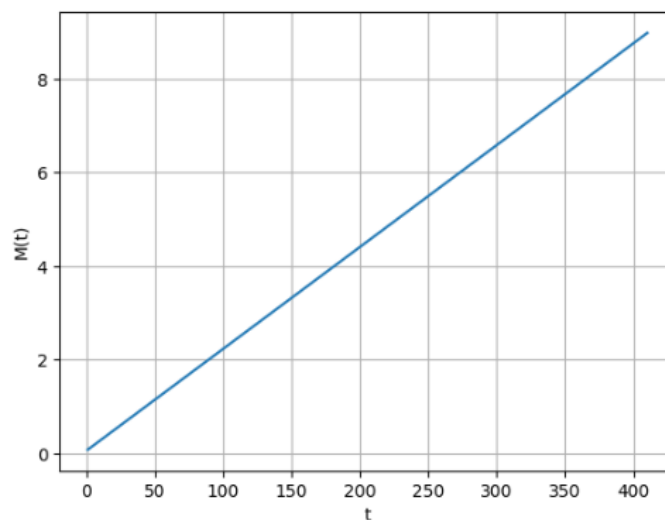
Ишораҳои математикии формулаи (1) $(M(t), M_0, M_{max}, t, t_0, t_{max})$, ки дар таҳқиқоти мо тамоюли афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷонро ифода менамоянд, дорои маънои математикию биологӣ зерин мебошанд:

$M(t)$ – қимати вазни зиндаи ҳисобшавандаи индивиди мурғи марҷон дар лаҳзаи вақти додашудаи марҳилаи умумии парвариши $t \in [t_0; t_{max}]$;

$M_0 = M(t_0)$ – қимати аввалаи вазни зиндаи индивиди алоҳидаи мурғи марҷон дар ибтидои марҳилаи умумии парвариш $t = t_0$ (ё вазни зиндаи миёнаи мурғони марҷони синну соли додашуда дар интиҳои вақти зермарҳилаи қаблии парвариш);

$M_{max} = M(t_{max})$ – қимати максималии вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон дар интиҳои марҳилаи умумии парвариш $t = t_{max}$.

Дар расми 3.1 динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон $M(t)$ дар масири марҳилаи умумии парвариши $[t_0; t_{max}]$ мутобиқан ба қимати таҷрибавии бузургҳои амсилавӣ $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$ тасвир ёфтааст [20; 5-M].



Расми 3.1. Графики амсилаи математикии хаттӣ оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Махсусияти функцияи хаттии амсилаи математикии (1) дар он зоҳир гардидааст, ки тибқи тасвири графикаи он (расми 3.1) вазни амсилавии индивиди мурғи марҷон дар фосилаи вақти парвариш $t_0 \leq t \leq t_{max}$ мутлақо хаттӣ (пайвастаи қатъӣ) афзоиш ёфтааст. Натиҷаи мазкур аз табиати хосиятҳои математикии худӣ функцияи хаттӣ бармеояд. Аммо, ғавран бояд изҳор дошт, ки тамоюли мазкури афзоиши амсилавии вазни зинда ба хусусиятҳои физиологӣ ва суръати афзоиши воқеии массаи биологӣ мурғи марҷон ва умуман, кулли парандагон тамоман мувофиқат намекунад.

Амсилаи дараҷавӣ. «Намуди умумии амсилаи математикии дар асоси функцияи дараҷавӣ амалкунанда, ки дар тасвир ва ҳисобкунии динамикаи рушди вазни зиндаи индивиди алоҳидаи мурғи марҷон ва дигар намудҳои биологӣ истифода шудааст, чунин аст» [58; 77; 102]:

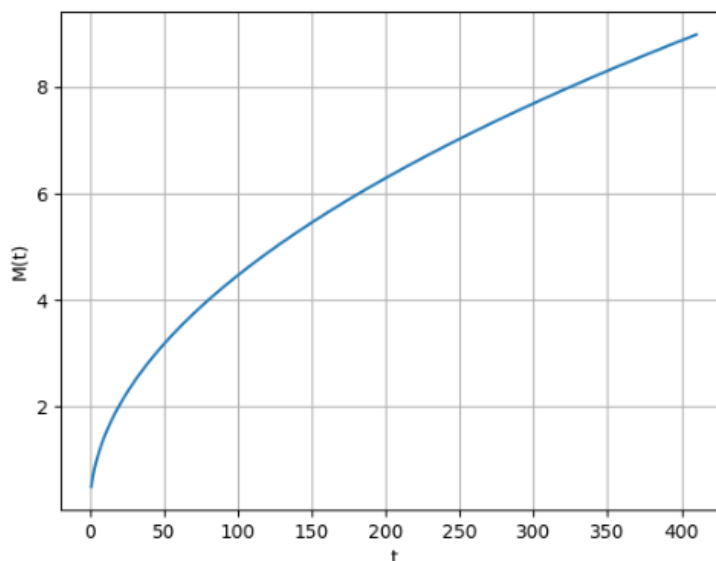
$$M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \left(\frac{t}{t_{max}}\right)^r. \quad (2)$$

Тавре аз намуди умумии амсилаи математикии дараҷавӣ (2) дида мешавад, он аз рӯйи сохтор аз амсилаи математикии хаттӣ (1) танҳо бо иловаи нишондиҳандаи дараҷаи функция r фарқ мекунад. Маънои математикию биологӣ ишораҳои дар формулаи (2) истифодашуда $M(t), M_0, M_{max}, t, t_0, t_{max}$ низ тамоюли афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон $M(t)$ -ро дар фосилаи вақти парвариш $t_0 \leq t \leq t_{max}$ ба монанди ҳамин гуна ишораҳои математикии дар формулаи (1) истифодашуда ифода менамоянд.

Зимни татбиқи функцияи дараҷавӣ (2) тамоюли рушди графикаи вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон метавонад аз рӯйи яке аз ду сценария амалӣ шавад: нишондиҳандаи дараҷаи функция $r < 1$ (ҳолати нисбатан сусти афзоиши вазни зинда) ва нишондиҳандаи дараҷаи функция $r > 1$ (ҳолати босуръати афзоиши вазни зинда).

Масалан, дар расми 3.2 тасвири графикаи функцияи дараҷавӣ ҳолати нишондиҳандаи дараҷа $r = 0,5$ будан $\left[M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \left(\frac{t}{t_{max}}\right)^{0,5}\right]$ -

ро барои қиматҳои таҷрибавии $t_0 = 1; t_{max} = 410; 1 \leq t \leq 410; M_0 = 0,0582; M_{max} = 8,98$ муаррифӣ намудааст [20; 5-M]:

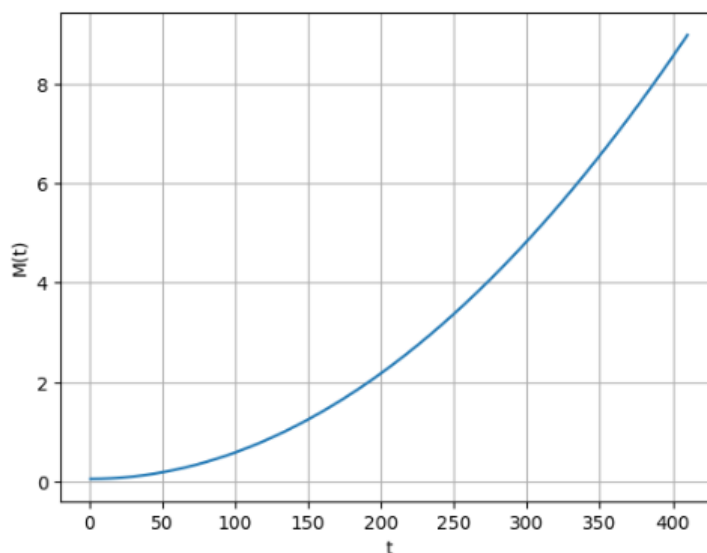


Расми 3.2. Графики амсилаи математикии дараҷавӣ ($r = 0,5$) оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Аз тасвири графикаи функсияи дараҷавӣ (расми 3.2) дида мешавад, ки дар мавриди қимати бузургҳои амсилавӣ $M(t_0) = M_0$ ва $M(t_{max}) = M_{max}$ ва нишондиҳандаи дараҷаи функсия $r = 0,5$ будан, вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон $M(t)$ дар ибтидои марҳилаи парвариш босуръат афзоиш ёфта, бо гузашти вақти муайян афзоиши он тадричан суст гаштааст, ки ин хосси афзоиши массаи биологии парандагон намебошад.

Дар расми 3.3 бошад, графики функсияи дараҷавӣ барои ҳолати $r = 2$ ва қиматҳои қаблии бузургҳои амсилавӣ: $t_0 = 1; t_{max} = 410; M_0 = 0,0582; M_{max} = 8,98$ тасвир ёфтааст $\left[M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \left(\frac{t}{t_{max}} \right)^2 \right]$.

Аз тасвири графикаи мазкури функсияи дараҷавӣ (расми 3.3) аён аст, ки афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон $M(t)$ аз нуқтаи $M(t_0) = M_0$ оғоз ёфта, дар нуқтаи $M(t_{max}) = M_{max}$ ба анҷом расидааст. Функсия дар ин маврид (ҳолати $r = 2$) рушди графикаи босуръати (параболикии) вазни зиндаи мурғи марҷонро таъмин намуда, дар фосилаи вақти $t_0 \leq t \leq t_{max}$ мунтазам афзудааст, ки ин тамоюл низ ба хусусияти афзоиши воқеии массаи биологии парандагон муҳолифат дорад.



Расми 3.3. Графики амсилаи математикии дараҷавӣ ($r = 2$) оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

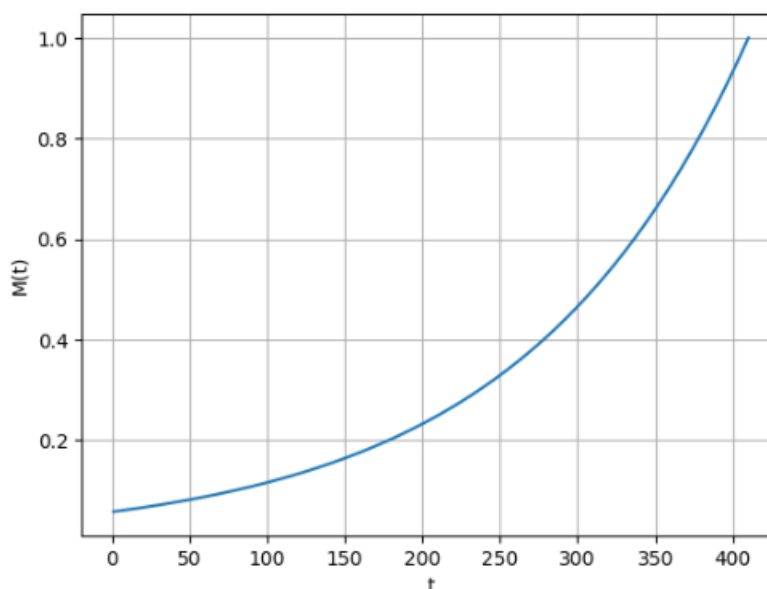
Амсилаи экспоненсиалӣ. «Сохтори математикии амсилаи дар асоси функсияи экспоненсиалӣ коркунанда, ки барои тасвир ва ҳисобкунии динамикаи рушди вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон ва дигар намудҳои биологӣ истифода шудааст, аз сохтори математикии амсилаҳои хаттӣ ва дараҷавии қаблан баррасишуда куллан фарқ мекунад» [58; 77; 102]:

$$M(t) = M_0 \cdot e^{\ell_1 t}, \ell_1 = \frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{1}{M_0}. \quad (3)$$

Аммо маънои математикию биологии ишораҳои дар формулаи (3) истифодашуда $M(t), M_0, t, t_0, t_{max}$, ки тамоюли афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон $M(t)$ -ро дар фосилаи вақти парвариш $t_0 \leq t \leq t_{max}$ амсиласозӣ мекунанд, аз маънои ҳамин гуна ишораҳои математикии дар формулаҳои (1) ва (2) истифодашуда ягон фарқ надорад.

Дар мавриди бо ёрии амсилаи экспоненсиалӣ ҳал намудани масъалаи таҳқиқотӣ суръати афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон ба мисли ҳолати қаблии $r = 2$ (амсилаи дараҷавӣ) ба таври монотонӣ меафзояд. Вале тамоюли афзоиш характери экспоненсиалӣ дорад, яъне дар ибтидои марҳилаи парвариш суръати афзоиши вазни зинда сусттар сурат гирифта, зимни ба интиҳои марҳилаи парвариш наздик шудан, хусусияти тезшавӣ ба худ пайдо мекунад.

Дар расми 3.4 графики функсияи экспоненсиалӣ, ки дар заминаи рамзҳои барномавии зерини забони барномасозии объектгарои Python ҳосил шудааст, барои фосилаи вақти $1 \leq t \leq 410$ ва қимати аввалии вазни зиндаи индивиди мурғи марҷони зоти сафеди синапахн $M_0 = 0,0582$ дар ибтидои марҳилаи парвариш тасвир ёфтааст [20; 5-M]:



Расми 3.4. Графики амсилаи математикии экспоненсиалӣ оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

t0 = 1
t_max = 410
M0 = 0.0582
l1 = (1 / t_max) * np.log(1 / M0)
t = np.linspace(t0, t_max, 500)
M = M0 * np.exp(l1 * t)
plt.figure(figsize=(7, 4.5))
plt.plot(t, M, label=r"$M(t)=M_0 e^{\{l_1 t\}}$")
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Графики функсияи экспоненсиалӣ")
```

```
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.show()
```

Қимати ададии параметри $\ell_1 = \frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{1}{M_0}$ амсилаи математикии (3) бо ёрии барномаи компютери болаё ҳисоб шудааст: $\ell_1 \approx 0,00694$.

Амсилаи логистикӣ. «Сохтори математикии амсилаи дар асоси функцияи логистикӣ амалкунанда низ, ки барои тасвир ва ҳисобкунии динамикаи рушди вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон ва индивидҳои дигар намудҳои биологӣ истифода шудааст, аз сохтори математикии ҳар се амсилаи (хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ) қаблӣ фарқ дорад» [58; 77; 102]:

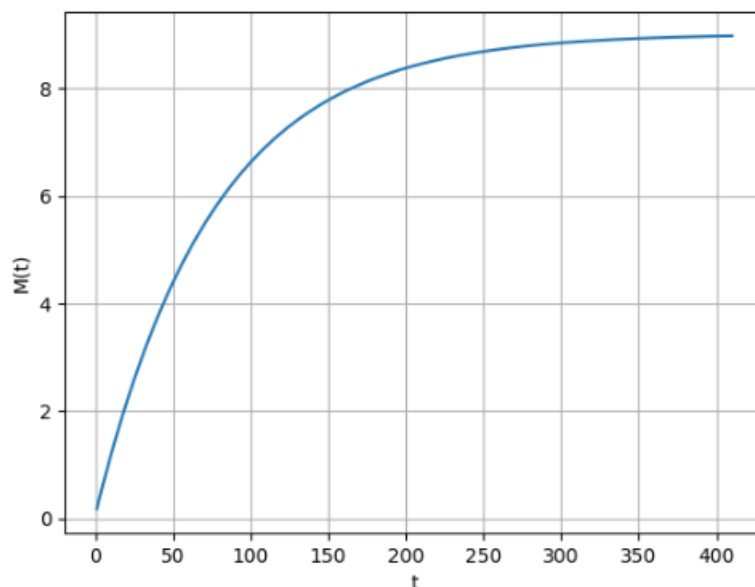
$$M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\ell_2 t}), \ell_2 = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{M_D - M_{max}}{M_D - M_0}; \quad (4)$$

Маънои математикию биологӣ ишораҳои дар формулаи (4) баррасишуда $M(t), M_0, M_{max}, t, t_0, t_{max}$ низ (ба истиснои ишораи M_D), ба мисли ҳамин гуна ишораҳои математикии дар формулаҳои (1)-(3) татбиқшуда, тамоюли афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон $M(t)$ -ро дар фосилаи вақти парвариш $t_0 \leq t \leq t_{max}$ амсиласозӣ мекунанд. Ишораи M_D қимати дефинитивии вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон ё ҳадди синнусолии вазни зиндаи онро муаррифӣ менамояд, ки зимни ба он расидани $M(t)$ суръати афзоиши вазни зинда тамоман қатъ мегардад.

Ҳамин тариқ, дар сурати татбиқи компютери функцияи логистикӣ (4), бо болоравии синну соли амсилавии индивиди мурғи марҷон суръати афзоиши вазни зиндаи он тадриҷан коҳиш ёфта, зимни ба ҳадди генетикӣ (қимати дефинитивӣ M_D) расидани вазни зинда, суръати афзоиши он қатъ мегардад. Яъне, тамоюли логистикии инкишоф нисбат ба тамоюли инкишофи бо ёрии дигар функцияҳо (хаттӣ, дараҷавӣ ва экспоненсиалӣ) ҳосилшуда раванди амсилавии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро беҳтар рӯнамоӣ мекунад.

Дар расми 3.5 тасвири графикии натиҷаи амалкарди компютери амсилаи математикии $M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\ell_2 t})$, ки параметри ℓ_2

бо ёрии формулаи $\ell_2 = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{M_D - M_{max}}{M_D - M_0}$ ($\ell_2 \approx 0,01320$) ҳисоб карда шудааст, барои қиматҳои таҷрибавии зерини вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн [20; 5-М]: $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$; $M_D = 9,02$ дар фосилаи вақти парвариши $1 \leq t \leq 410$ инъикос ёфтааст.



Расми 3.5. Графики амсилаи математикии логистикӣ оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон

Таҳлили қиёсии амсилаҳо. Ҳадафи таҳлили қиёсӣ ба муайян кардани амсилае равона шудааст, ки он динамикаи биологӣ афзоиши вазни мурғи марҷонро беҳтар тавсиф мекунад ва барои пешгӯии раванди вазнгирӣ бештар мувофиқ аст. Бо ин мақсад, мо дар қадами навбатии таҳқиқот барои аз байни панҷ амсилаи математикии баррасишудаи хаттӣ, дараҷавӣ ($r = 0,5$ ва $r = 2$), экспоненсиалӣ ва логистикӣ, ки маҳз онҳо барои тасвир ва пешгӯии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон интихоб шудаанд, бо истифода аз усули таҳлили қиёсии математикию биологӣ амсилаи беҳтарини таҳқиқотиро муайян кардем. Таҳлили қиёсии байни амсилаҳо зимни $t_0 \leq t \leq t_{max}$, $M_0 = M(t_0)$, $M_{max} = M(t_{max})$, дар асоси маълумоти таҷрибавӣ оид ба мурғи марҷони зоти сафеди синапахн гузаронида шудааст [20; 5-M]: $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$; $M_D = 9,02$.

Меъёрҳои муқоиса барои татбиқшавандагии амсилаҳои таҳқиқотӣ тибқи хосиятҳои математикӣ ва биологии зерини онҳо муайян карда шудааст:

- *хосиятҳои математикӣ*: мавҷудияти асимптотҳои наздикшавии вазни зинда, монотонӣ будан ё набудани функсияи амсилавӣ, мавҷудияти нуқтаи қатшавӣ дар қатъатҳои графיקи функсия, мувофиқати байни натиҷаҳои амсилавӣ ва таҷрибавӣ ($M(t_0) = M_0, M(t_{max}) = M_{max}$) дар ибтидо ва интиҳои марҳилаи парвариш ($t = t_0; t = t_{max}$), устувории амсила ба экстраполятсия;

- *хосиятҳои биологӣ*: мавҷудияти фазаҳои афзоиши вазни зинда (барвақт $\rightarrow$ шадид $\rightarrow$ сустшавӣ) дар қатъатҳои графיקи функсия, сершавии физиологӣ ё ба балоғат расидани индивид ($M(t) \rightarrow M_D$; ҳангоми $t \rightarrow \infty, \frac{dM}{dt} \rightarrow 0$; пас аз нуқтаи қатшавии графיק ивазшавии афзоиши суръатнок ба суст), имконияти тафсиршавандагии параметрҳои амсила, мувофиқати амсила барои пешгӯии вазни зинда дар охири марҳилаи парвариш ва ғайра.

Таҳлили амсилаи хаттии $M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \frac{t}{t_{max}}$ аз рӯйи графיקи он (расми 3.1):

Аз нуқтаи назари математикӣ ва мувофиқи хосиятҳои функсияи мазкур суръати афзоиши вазни зинда дар тамоми марҳилаи парвариш бузургии доимӣ мебошад: $\frac{dM}{dt} = \frac{M_{max} - M_0}{t_{max}} = \frac{8,9218}{410} \approx 0,0218 \frac{\text{кг}}{\text{шб}}$. Дар графיקи он нуқтаи қатшавӣ вучуд надорад. Барои наздикшавии вазни зинда ба вазни максималӣ асимптота муайян карда нашудааст.

Аз ҷиҳати биологӣ афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон дар масири марҳилаи парвариш номунтазам тақсим шудааст, ки аз номувофиқати амсилаи математикии мазкур барои ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ дарак медиҳад.

Таҳлили амсилаи дараҷавии $M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \left(\frac{t}{t_{max}}\right)^{0,5}$:

Мувофиқи қачхаттаи графикаи функсияи дараҷавӣ (расми 3.2), дар ҳолати $r = 0,5$ будан, вазни зиндаи амсилавии мурғи марҷон дар ибтидои марҳилаи парвариш $t = t_0$ дорои оғози суръатнок $\left[\frac{dM}{dt} = \frac{M_{max} - M_0}{2\sqrt{t_{max}}} t^{-0,5} \right]$, дар мобайни марҳила – суръати пастшаванда, дар интиҳои марҳила дорои «норасоии сершавии физиологӣ» мебошад. Қачхаттаи график ҳамеша ба поён фуруҳамида аст, он нуқтаи қатшавӣ надорад. Гарчанде қисман тамоюли рушди барвақтии вазни зиндаро инъикос намояд ҳам, вале он на дар тамоми масири қачхатта ба чашм мерасад.

$$\text{Таҳлили амсилаи дараҷавии } M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \left(\frac{t}{t_{max}} \right)^2 :$$

Мувофиқи хосиятҳои амсилаи дараҷавӣ, дар ҳолати $r = 2$ будан, суръати афзоиши вазни зинда $\frac{dM}{dt} = 2(M_{max} - M_0) \frac{t}{t_{max}^2}$ дар тамоми марҳилаи парвариш фақат меафзояд. Дар қачхаттаи графикаи функсия (расми 3.3) нуқтаи қатшавӣ дида намешавад, оғози афзоиши вазни зинда бисёр суст сурат гирифта, тезшавии суръати афзоиш дар охири марҳилаи парвариш ба вучуд омадааст. Наздикшавии вазни зинда ба ҳадди максималии вазн ба чашм намерасад. Ҳамаи ин далелҳо аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки амсилаи математикии дараҷавӣ ($r = 2$) барои ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ мувофиқ намебошад.

$$\text{Таҳлили амсилаи экспоненсиалии } M(t) = M_0 \cdot e^{\ell_1 t}, \ell_1 = \frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{1}{M_0} :$$

Аз тасвири графикаи қачхаттаи функсияи мазкур (расми 3.4) дида мешавад, ки дар ин маврид афзоиши амсилавии вазни зиндаи мурғи марҷон бидуни ягон маҳдудият боло рафтааст, нуқтаи қатшавӣ дида намешавад. Дар интиҳои марҳилаи парвариш, вазни синнусолии мурғи марҷон аз ҳад зиёд арзёбӣ гаштааст. Аммо ин гуна тамоюлот, дар муҳити воқеии табиӣ, барои вазнгирии мурғи марҷон аз ҷиҳати биологӣ ғайриимкон мебошад.

$$\text{Таҳлили математикии амсила низ нишон дод, ки зимни } \ell_1 = \frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{1}{M_0} \approx \frac{\ln(17,18)}{410} \approx 0,007 \text{ будан, суръати афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон}$$

$\frac{dM}{dt} = \ell_1 M(t)$ аст, ки ин бори дигар ба таври экспоненциалӣ зиёд шудани вазни зиндаро собит месозад.

Таҳлили амсилаи логистикӣ $M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\ell_2 t})$,
 $\ell_2 = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{M_D - M_{max}}{M_D - M_0}$:

Мувофиқи иттилооти графיקии амсилаи мазкур қатъаттаи он s-шакли нопурра (расми 3.5) буда, вазни зиндаи амсилавии мурғи марҷон пас аз нимаи дуёми марҳилаи парвариш ба таври асимптотикӣ ба қимати M_D наздик мешавад. Графики функсияи логистикӣ дорои нуқтаи қатшавӣ мебошад.

Дар амсилаи логистикӣ $M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\ell_2 t})$, ки параметри ℓ_2 бо ёрии формулаи $\ell_2 = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{M_D - M_{max}}{M_D - M_0}$ ҳисоб карда мешавад, «доимии интегралӣ суръати афзоиши биологӣ» ном дорад. Дар амсила параметри мазкур муайян мекунад, ки узви экспоненциалӣ он то кадом андоза зуд коҳиш меёбад. Он, инчунин, суръати афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро назорат мекунад, ки вазн то кадом андоза ба асимптотатаи худ M_D наздик мешавад. Ин параметр ба мавқеи ҷойгиршавии нуқтаи қатшавии графики функсия ва бузургии афзоиши максималии вазни зинда низ таъсир мерасонад.

Ҳоло пай дар пай қимати параметри ℓ_2 -ро ҳисоб мекунем: $\frac{M_D - M_{max}}{M_D - M_0} = \frac{9,02 - 8,98}{9,02 - 0,0582} = \frac{0,12}{8,9618} = 0,0134$; $\ln(0,0134) \approx -4,3125$; $\ell_2 = -\frac{1}{410} \cdot \ln(0,0134) \approx -0,002439 \cdot (-4,3125) \approx 0,010518 \frac{1}{\text{шб}}$.

Мавқеи нуқтаи қатшавии графики функсия барои логистика чунин ёфта мешавад: $t_{\text{кат}} = \frac{\ln(2)}{\ell_2} \approx \frac{0,693147}{0,010518} \approx 65,901$ шб (яъне, мавқеи нуқтаи қатшавӣ тақрибан ба рӯзҳои 66-70-уми марҳилаи парвариш рост меояд).

Суръати максималии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо чунин тарз ҳисоб карда мешавад: $\frac{dM}{dt} = \frac{(M_D - M_0) \cdot \ell_2}{4} \approx \frac{8,9618 \cdot 0,010518}{4} \approx 0,02356 \frac{\text{кг}}{\text{шб}}$.

Таҳлилҳои биологӣ қатъатан графикҳои функсияи логистикӣ (расми 3.5) низ собит месозанд, ки амсила фазаҳои афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро дуруст муайян мекунад. Аммо, мутаассифона, қатъатан график нисбат ба тири вақт t симметрӣ ҷойгир шудааст. Ваҷҳи мазкур аз он далолат медиҳад, ки амсила онтогенези воқеии мурғи марҷонро дуруст инъикос карда наметавонад.

Ҳамин тариқ, таҳлилҳои муқоисавии математикӣ ва биологӣ нишон доданд, ки амсилаҳои ҳаттӣ, дараҷавӣ ($r = 0,5$; $r = 2$) ва экспоненсиалӣ талаботи биологӣ тасвир ва тавсифи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро қонеъ намекунанд. Ягона амсилае, ки сершавии физиологӣ ва марҳилаҳои алоҳидаи афзоиши вазни зиндаро ба қадри имкон дуруст инъикос карда метавонад, функсияи логистикӣ мебошад. Аз ин рӯ, дар байни панҷ амсилаи баррасишуда амсилаи логистикӣ афзори таҳқиқотии мувофиқтарин ҳисоб карда шудааст.

Ҳамин тариқ, дар рафти таҳқиқот маълум гардид, ки бо истифода аз усули таҳлили муқоисавӣ аз байни якчанд амсилаи математикии додасишуда амсилаи мувофиқтаринро барои тасвир ва пешгӯии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон муайян кардан мумкин аст. Дурустии ин нуктаро таҳлилҳои математикӣ ва биологӣ баргузоршуда тасдиқ намуданд.

Таҳлилҳо нишон доданд, ки амсилаҳои ҳаттӣ, дараҷавӣ ($r = 0,5$; $r = 2$) ва экспоненсиалӣ талаботи биологӣ тавсифи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро қонеъ намекунанд. Ягона амсилае, ки раванди сершавии физиологӣ ва марҳилаҳои алоҳидаи кинетикаи афзоиши вазни зиндаро дуруст инъикос карда метавонад ва графикаш нуқтаи қатъавӣ дорад, функсияи логистикӣ мебошад. Графикҳои дигар амсилаҳо ғайри нуқтаи қатъавӣ надоранд ғайри динамикаи нодурусти биологиро пешниҳод мекунанд. Бинобар ин, дар байни панҷ амсилаи баррасишуда амсилаи логистикӣ беҳтарин афзори таҳқиқотӣ доништа шудааст.

3.2. Амсилаи s-шакли Берталанффи дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Дар адабиёти илмӣ натиҷаҳои таҳқиқоти зиёдеро вохӯрдан мумкин аст, ки онҳо паҳлӯҳои гуногуни масъалаи амсиласозии математикии динамикаи рушди массаи биологии индивидҳои популятсияҳоро равшан месозанд. Дар байни онҳо амсилаи математикии s-шакли Берталанффи мавқеи хосса дорад ва метавонад дар тасвир ва арзёбии тамоюли рушди синнусолии вазни зиндаи мурғи марҷон низ муфид бошад.

Мо дар таҳқиқоти мазкур тасмим гирифтем, ки сохтор, тарзи тасвир ва имконоти пешгӯии ду варианти амсилаи Берталанффиро мавриди таҳқиқ қарор диҳем, ки онҳо мувофиқан ба тасвир ва таҳлили динамикаи синнусолии афзоиши вазни зиндаи индивидҳои популятсияҳои мурғи хонагӣ [96; 193] ва гулмоҳӣ [58; 69; 77] бахшида шудаанд. Зимни баргузори таҳқиқот мо инчунин аз амсилаҳои математикии барои таҳлили афзоиши массаи биологии дигар популятсияҳо офаридашуда [28-40; 50; 55-62] низ истифода бурдем. «Зеро таҷрибаи бисёрсолаи амсиласозии концептуалӣ, математикӣ ва компютерӣ ҳаёт ва фаъолияти популятсияҳои бисёр намудҳои биологии ҳам экосистемаҳои обӣ ва ҳам экосистемаҳои хушкӣ моро муътамад гардонидаст, ки муҳимтарин равандҳои мубодилаи моддаҳо, энергия ва иттилоот дар кулли системаҳои биологӣ тақрибан якхела амалӣ мешаванд» [55-61; 91-96].

Варианти якуми амсилаи Берталанффи ва мушкилоти он. «Мо бо варианти мазкури ин амсила $M(t) = M_{\infty} \cdot [\exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s$ зимни омӯзиши як таҳқиқоти муҳаққиқони украинӣ Е. А. Кучер ва М. В. Пасечник шиносӣ пайдо кардем. Онҳо соли 2016 дар мақолаи ба амсиласозии математикии динамикаи афзоиш ва маҳсулнокии мурғони ду кросси маъруфи «Ҳайсекс браун» ва «Ломанн браун» бахшидаи худ хусусиятҳои динамикаи синнусолии вазни зиндаи ин кроссҳоро тавассути амсилаҳои математикии Т. Бричес, А. Пюттер ва Л. фон Берталанффи таҳлил кардаанд» [96].

«Қабл аз онҳо (соли 2008) муҳаққиқони ҳиндӣ Шив Прасад ва Д. П. Сингх дар мақолаи «Амсиласозии математикӣ барои тасвири қачхаттаҳои истеҳсоли солони тухми мурғ» нишон додаанд, ки тавассути варианти мазкури амсилаи Берталанффи масъалаи омӯзиш ва пешгӯии муқовимати мурғонро ба шароити тағйирёбандаи муҳити атроф ҳанӯз дар ибтидои онтогенез ба роҳ мондан мумкин аст» [193].

Ишораҳои математикии дар варианти мазкури амсила татбиқёфта $(M(t), M_{\infty}, t, \alpha, \beta, s)$ [96; 193], ки тамоюли афзоиши вазни зиндаи индивидҳои мурғони кроссҳои зикршударо бо истифода аз функсияи математикии s -шакл ($s = 3$) ифода менамоянд, дар таҳқиқоти мо ба маънои зайл истифода шудаанд: $M(t)$ – қимати вазни зиндаи мурғи марҷон дар лаҳзаи вақти додашудаи парвариш $t \in [t_0; t_{max}]$, M_{∞} – асимптотаи вазни зиндаи мурғи мазкур, α ва β – параметрҳои хосаи он.

Як нуктаи муҳимро меҳодем дарҳол ин ҷо баён созем, ки кӯшишҳои зиёди мо вобаста ба татбиқи варианти якуми (иктибосии) амсилаи s -шакли Берталанффи [96] барои арзёбии динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон ягон натиҷаи дилхоҳ ба бор оварда натавонист.

Таҳлилҳои математикии ин амсила нишон доданд, ки зимни дар он $M(t) = M_{\infty} \cdot [\exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s \equiv M(t) = M_{\infty} \cdot \exp[s(\alpha - \beta t)]$ татбиқ намудани қимати параметрҳои таҷрибавӣ $1 \leq t \leq 410$; $M_{\infty} = 10$; $\alpha = 4$; $\beta = 0,02$; $s = 3$ функсияи амсилавии он ба экспонентаи куллан камшаванда табдил меёбад [20; 1-M]: дар ибтидои марҳилаи парвариш (ҳангоми $t = 1$ будан), қимати $M(1) = M_{\infty} \cdot e^{s(\alpha - \beta)}$ (хеле калон) ва дар интиҳои марҳилаи парвариш ($t \rightarrow \infty$) қимати вазни зиндаи мурғи марҷон ба сифр майл мекунад ($M(t) \rightarrow 0$).

Намуди мазкури варианти якуми функсияи s -шакли Л. фон Берталанффи аз ҷиҳати биологӣ низ мушкิลӣ дорад: вазни зиндаи мурғи марҷон дар ибтидои марҳилаи парвариш максималӣ буда, бо мурури вақт он коҳиш меёбад. Функсияи мазкур на афзоиши массаи биологӣ, на нуктаи

катшавии график ва на раванди наздикшавии вазро ба асимптотаи он M_∞ тасвир карда наметавонад. Он комилан бо онтогенези мурғи марҷон муҳолиф аст. Яъне, намуди иқтибосии варианти якуми амсилаи Берталанффи на афзоиши вазни зинда, балки таназзули онро тасвир мекунад. Аз ин рӯ, моро зарурат пеш омад, ки намуди онро барои ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ тақмил диҳем.

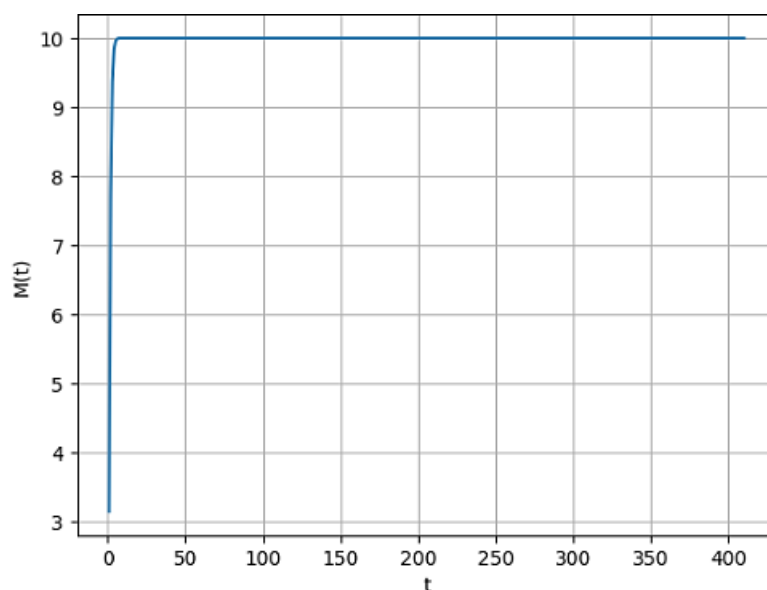
Мо бояд намуди иқтибосии варианти якуми амсилаи s -шакли Л. фон Берталанффиро тавре тақмил диҳем, ки он афзоиши монотонии вазни зиндаи мурғи марҷонро ифода карда тавонад. Бояд қачхаттаи графикаи он нуқтаи қатшавӣ дошта бошад ва наздикшавии асимптотикии вазни амсилавии парандаро ба ҳадди максималии вазни он таъмин карда тавонад. Аз ин рӯ, мо бо назардошти шартҳои овардашуда ва бо истифода аз таҷрибаи амсиласозӣ варианти якуми амсилаи s -шакли Л. фон Берталанффиро ба намуди зайл овардем: $M(t) = M_\infty \cdot [1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s, \beta > 0$.

Таҳлили математикии намуди тақмилдодашудаи варианти якуми амсилаи s -шакли Л. фон Берталанффи нишон дод, ки ҳангоми қиматҳои хурди t ва зимни интиҳоби дурусти қимати параметри α қимати $M(t) \approx M_\infty \cdot (1 - e^\alpha)^s \approx 0$ шуда, ҳангоми $t \rightarrow \infty$ қимати $M(t) \rightarrow M_\infty$, зеро дар ин маврид қимати функсияи $\exp(-\beta \cdot t + \alpha) \rightarrow 0$.

Таҳлили биологӣ натиҷаҳои амалкарди ин амсила низ равшан сохт, ки онро зимни интиҳоби дурусти қимати параметрҳои α ва β дар таҳқиқи афзоиши воқеии вазни зиндаи мурғи марҷон истифода бурдан имконпазир мебошад: афзоиши массаи биологӣ дар ибтидои марҳилаи парвариш, мавҷудияти фазаи шиддатноки афзоиш дар мобайни марҳилаи парвариш, наздикшавии асимптотикӣ ба ҳадди максималии имконпазири вазн M_∞ дар интиҳои марҳилаи парвариш, s -шакл будани қачхаттаи график ва ғайра.

Дар расми 3.6 тасвири графикаи натиҷаи компютери варианти якуми амсилаи s -шакли тақмилдодашудаи Л. фон Берталанффи дар ҳолати $s = 3$ будан, барои қимати асимптотикии вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди

синапахн $M_{\infty} = 10$, қимати параметрҳои амсилавии $\alpha = 0,1838$ ва $\beta = 1,3221$ ва фосилаи вақти парвариши $1 \leq t \leq 410$ инъикос ёфтааст.



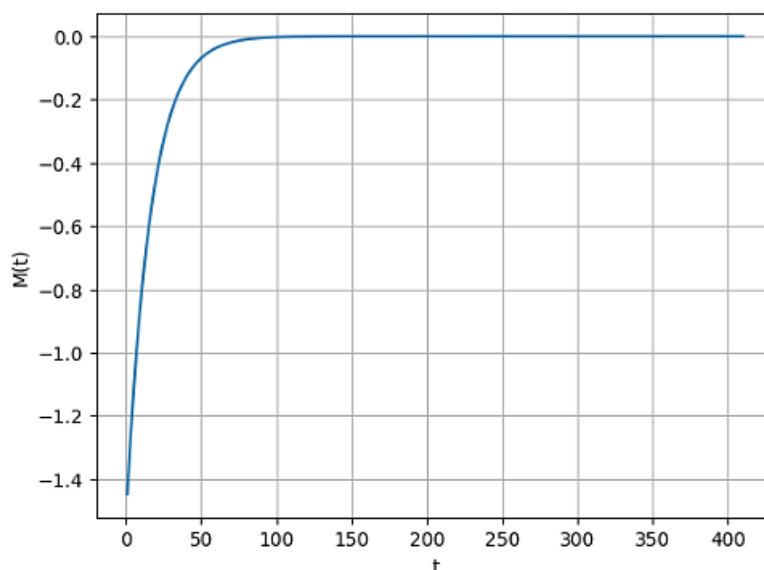
Расми 3.6. Графики варианти якуми амсилаи математикии s-шакли такмилёфтаи Берталанффи оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон ($\beta = 1,3221$)

Аз қачхатта дида мешавад, ки барои қиматҳои хурди t суръати афзоиши вазни амсилавии мурғи марҷон хеле суст аст. Азбаски нуқтаи қатшавии графики функсия дар наздикии ибтидои тирӣ вақт t ҷойгир шудааст, тезшавии босуръати афзоиши вазни зиндаи парандаро ба вуҷуд овардааст. Аз ин рӯ, вазни амсилавии мурғи марҷон ба зудӣ соҳиби қимати максималӣ гашта, ба таври асимптотикӣ ба қимати $M_{\infty} = 10$ наздик шудааст, ки ин ҳолат аз ҳақиқати воқеии таҷрибаи парандапарварӣ дур мебошад.

Дар мавриди мазкур камбудии ҳисоббарорӣ дар натиҷаи интиҳоби нодурусти қимати параметри β рух додааст. Дар сурати $\beta = 1,3221$ будан, афзоиши амсилавии вазни мурғи марҷон бо суръати баланд амалӣ гардидааст, ки ин, дар навбати худ, ба шаклгирии графики функсияи Л. фон Берталанффи таъсир расонида, онро на s-шакл, балки «зинашакл» офаридааст.

Дар қадами навбатии таҳлили тарзи кори варианти якуми амсилаи такмилдодашудаи Л. фон Берталанффи мо барои ислоҳи камбудии бавуҷудода қимати параметри β -ро тарзе интиҳоб кардем, ки қатшавии графики функсия аз ибтидои тирӣ вақт ба тарафи рости он лағжад.

Дар расми 3.7 графики функсияи такмилёфтаи Л. фон Берталанффи дар фосилаи вақти парвариши $1 \leq t \leq 410$ қиматҳои амсилавии $M_\infty = 10$; $\alpha = 4$; ва $\beta = 0,02$ -ро муаррифӣ намудааст.



Расми 3.7. Графики варианти якуми амсилаи математикии S -шакли такмилёфти Берталанффи оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон ($\beta = 0,02$)

Гарчанде дар ин маврид шакли визуалии графики функсия дар ҳақиқат беҳтар гашта бошад ҳам, мутаассифона тарзи иттилоотоварии он аз нуқтаи назари биологӣ ва физикӣ куллан хато мебошад. Зеро, қимати вазни зиндаи мурғи марҷон ҳеҷ гоҳ бузургии манфӣ буда наметавонад.

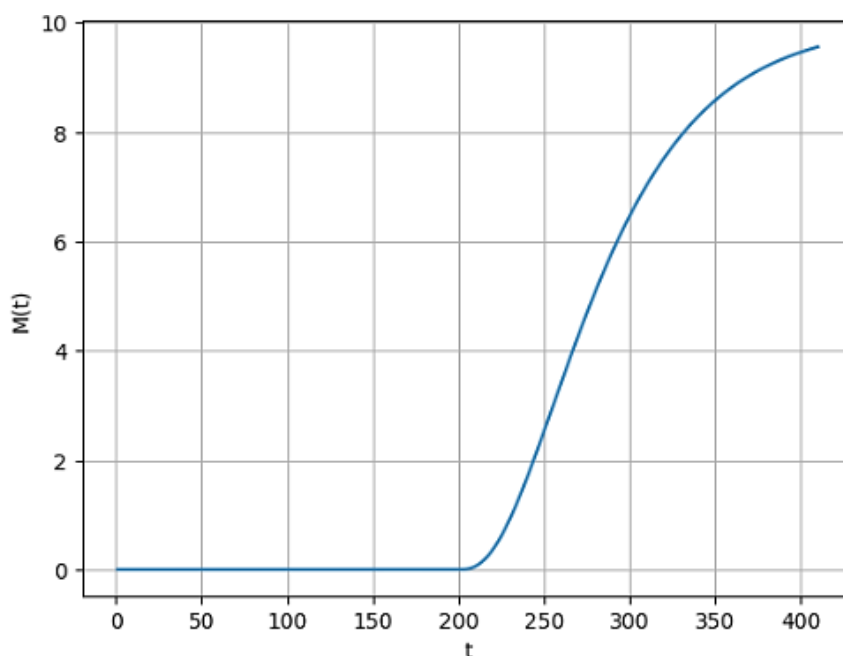
Дар ҳолати мазкур бошад, мувофиқи шакли интихобшудаи функсияи такмилдодашудаи Л. фон Берталанффи $M(t) = M_\infty \cdot [1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s$, ҳангоми қиматҳои хурди t қимати функсияи $\exp(-\beta \cdot t + \alpha)$ аз 1 калон гашта, қимати ифодаи дохили қавси росткунҷавӣ $1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)$ ба бузургии манфӣ табдил меёбад. Зимни ба дараҷаи $s = 3$ бардоштани қимати ин ифода, функсияи амсилавӣ соҳиби қиматҳои боз ҳам калонтари манфӣ мегардад, ки ин ҳолат ба маънии биологӣ афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон тамоман мухолиф аст.

Бинобар ин, мо таҳқиқоти худро дар самти татбиқи варианти якуми амсилаи S -шакли такмилёфтаи Л. фон Берталанффи барои таҳлили динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон идома дода, бо роҳи такмилдиҳии навбатӣ намуди функсияи онро ба шакли зайл овардем:

$$M(t) = M_{\infty} \cdot [1 - \exp(-\beta(t - t_{M_D}))]^s, t \geq t_0,$$

ки дар ин чо бо ёрии β суръати рушди вазни амсилавӣ ва бо ёрии t_{M_D} бузургии вақтиёи ишорат шудааст, ки зимни ба он баробар гаштани қимати t , вазни амсилавии мурғи марҷон соҳиби қимати дефинитивии (ҳадди имконпазири) худ (M_D) мегардад. Мусаллам аст, ки қатшавии графикаи функция низ бояд дар наздикии ҳамин нуқтаи $t_{M_D} = 200$ ба вуқӯъ пайвандад.

Дар расми 3.8 графикаи функцияи ду маротиба такмилдодашудаи Л. фон Берталанффи барои қиматҳои $M_{\infty} = 10$; $\beta = 0,02$; $t_{M_D} = 200$; $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $s = 3$ ва фосилаи вақти парвариши мурғи марҷон $t_0 \leq t \leq t_{max}$ инъикос ёфтааст [20; 1-M].



Расми 3.8. Графикаи варианти якуми амсилаи математикии s-шакли такроран такмилёфтаи Берталанффи оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон ($\beta = 0,02$)

Аз графикаи функция (расми 3.8) дида мешавад, ки вазни амсилавии мурғи марҷон аз ибтидои фосилаи вақти парвариш сар карда, то расидан ба нуқтаи $t_{M_D} = 200$ тамоман афзоиш наёфтааст. Дар наздикии нуқтаи $t_{M_D} \approx 200$ бошад, баръакс, афзоиши вазни амсилавӣ шиддат гирифтааст. Дар фосилаҳои баъдии вақти парвариш вазнгирии мурғи марҷон идома ёфта, ба ҳадди имконпазири худ (асимптота) $M_{\infty} = 10$ наздик шудааст.

Гарчанде дар ин маврид графики функцияи такроран такмилдодашудаи варианти якуми амсилаи математикии s -шакли Л. фон Берталанффи тамоюли афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро сифатан дурусттар инъикос намуда бошад ҳам, он ҳамоно талаботи миқдорӣ ва амалии парандапарвариро қонеъ карда натавонистааст. Зеро, вазнгирии мурғи марҷон дар амалияи парандапарварӣ аз рӯзҳои аввали парвариши он оғоз меёбад, на аз нимаи дуоми марҳилаи парвариш, ончунон ки аз натиҷаҳои амсилави бармеояд.

Ҳамин тариқ, тавре аз таҳлилҳо маълум мешавад, ҳар чор ҳолати варианти якуми таҳқиқотии амсилаи s -шакли Л. фон Берталанффи (як ҳолати иқтибосӣ ва се ҳолати такмилёфтаи амсила) барои татбиқи амалӣ қонеъкунанда намебошанд: дар ҳолати якум, шакли иқтибосии амсилаи математикӣ ба талаботи биологӣ таҳқиқот ҷавобгӯ набудани худро равшан нишон дод; дар ҳолати дуом нуқтаи қатъавии графики функция дар ибтидои тири вақт ҷойгир шуда, тезшавии босуръати афзоиши вазни зиндаи парандаро ба вучуд овардааст; дар ҳолати сеюм қиматҳои амсилавии вазни зиндаи мурғи марҷон ба бузургҳои манфӣ баробар шудаанд, ки ба маънои биологӣ вазни зинда муҳолиф мебошанд; натиҷаҳои амсилавии ҳолати чорум низ ба талаботи амалияи парандапарварӣ ҷавобгӯ нестанд, чунки вазнгирии мурғи марҷон аз рӯзҳои аввали марҳилаи парвариш оғоз меёбад, на аз мобайни он.

Бо сабаби дар маънидодкуниҳои биологӣ мушкилоти зиёд пеш овардани намуди математикии варианти якуми амсилаи s -шакли Л. фон Берталанффи (ҳам гунаи иқтибосӣ ва ҳам гунаҳои такмилёфта), мо дар ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ татбиқи минбаъдаи онро барои тасвир ва таҳлили динамикаи вазни зиндаи мурғи марҷон мувофиқи мақсад намешуморем.

Варианти дуоми амсилаи Берталанффи. «Зимни дар амсилаи математикии Л. фон Берталанффи татбиқ намудани дигар функцияи s -шакл, варианти дуоми ин амсила рӯйи қор меояд, ки он дар амсиласозии динамикаи массаи биологӣ популятсияи гулмоҳӣ истифода шудааст» [58; 69; 77]:

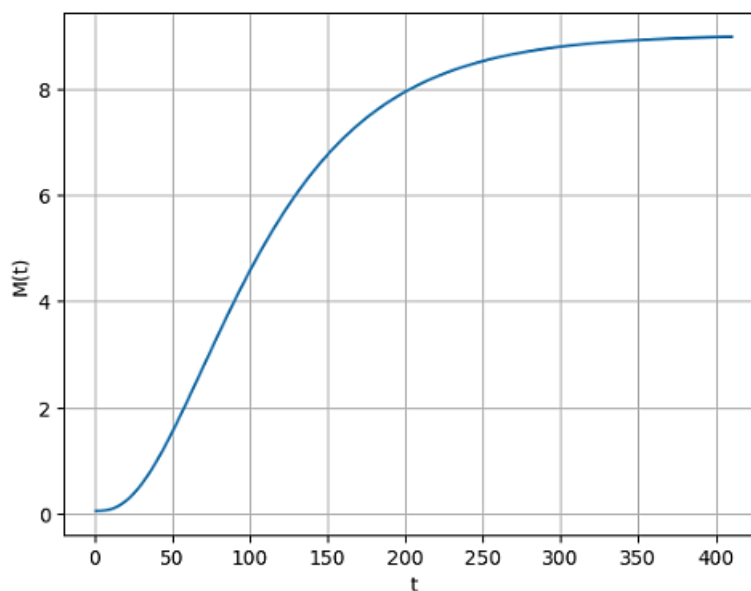
$$M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\mu t})^s, \mu = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \left(1 - \sqrt[3]{\frac{M_{max} - M_0}{M_D - M_0}} \right).$$

Ишораҳои математикии $M(t), M_0, M_{max}, M_D, t, t_0, t_{max}, s$ дар ин варианти амсила татбиқёфта, ки тамоюли афзоиши вазни зиндаи индивиди гулмоҳиро бо истифода аз функсияи математикии s -шакл ($s = 3$) ифода менамоянд, дар таҳқиқоти мо ба маънои зайл истифода шудаанд: $M(t)$ – вазни зиндаи мурғи марҷон дар лаҳзаи вақти $t \in [t_0; t_{max}]$, $M_0 = M(t_0)$ – қимати аввалаи вазни индивиди мурғи марҷон дар ибтидои марҳилаи парвариш $t = t_0$ (ё миёнаи вазни индивидҳои синну соли марҳилаи қаблӣ дар интиҳои вақти парвариш), $M_{max} = M(t_{max})$ – қимати мушоҳидавии максималии вазни зиндаи индивид дар интиҳои марҳилаи парвариш $t = t_{max}$ ва M_D – қимати дефинитивии вазни индивид ё ҳадди синнусоли аз ҷиҳати генетикӣ муқарраршудаи вазн, ки зимни расидан ба он суръати афзоиш тамоман қатъ мегардад.

«Тавассути варианти мазкури амсилаи Берталанффи раванди мураккаби рушди вазни зиндаи индивиди синну соли додашудаи мурғи марҷонро ба мисли индивидҳои дигар намудҳои биологӣ тасвир намудан ва мутобиқ сохтан мумкин аст. Дар ин маврид, суръати максималии афзоиши вазни зинда на дар марҳилаи ибтидоӣ, балки дар марҳилаҳои баъдии ҳаёти индивиди мурғи марҷон ба даст оварда мешавад: суръати афзоиши вазни зиндаи индивид бо боло рафтани синну соли он ба таври хаттӣ пайваستا коҳиш меёбад ва бо фатҳи қимати дефинитивӣ (M_D) афзоиши он тамоман қатъ мегардад» [58].

Дар расми 3.9 тасвири графикаи натиҷаҳои компютериҳои варианти дуҷуми амсилаи математикии s -шакли Берталанффи барои қиматҳои таҷрибавии зерини вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн ва параметрҳои амсилавии махсус ҳисобшуда инъикос ёфтааст: $s = 3$; $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $1 \leq t \leq 410$; $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$; $M_D = 9,02$ [20; 1-M].

Аз тасвири графикӣ (расми 3.9) дида мешавад, ки тамоюли рушди вазни зиндаи мурғи марҷон воқеан S -шакл мебошад. Вазни паранда дар ибтидои марҳилаи парвариш суст инкишоф ёфта, баъдан суръат пайдо мекунад ва дар охири марҳилаи парвариш, ҳангоми ба ҳадди синнусолии аз ҷиҳати генетикӣ муқарраршудаи вазни худ M_D расидан, суръати афзоиши он қатъ гардида, характери доимӣ ба худ касб мекунад.



Расми 3.9. Графикҳои варианти дуҷуми амсилаи математикии S -шакли Берталанффи оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Таҳлили математикии амсила собит сохт, ки аз нигоҳи биологӣ қимати параметри μ (суръати интегралӣ рушди метаболикӣ) дуруст ҳисоб шудааст:

$$\frac{M_{max} - M_0}{M_D - M_0} = \frac{8,98 - 0,0582}{9,02 - 0,0582} \approx 0,9955$$

$$\sqrt[3]{0,9955} = 0,9985; 1 - 0,9985 = 0,0015; \mu = -\frac{1}{410} \cdot \ln(0,0015) \approx 0,0159.$$

Қимати $\mu \approx 0,0159 > 0$ аст. Дар ҳолати $\mu > 0$ будан узви экспоненсиалии амсила $e^{-\mu t}$ тадричан кам мешавад, ки натиҷаи он ба дуруст инъикос ёфтани тамоюли афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон аз тарафи амсилаи математикии Берталанффи таъсир мерасонад.

Қимати μ , инчунин, интиҳоби дурусти шартҳои канории амсила ва маълумоти додашудаи таҷрибавиро низ тасдиқ менамояд [20; 1-M]:

- зимни $t = 0$ будан, қимати $M(0) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - 1)^s = M_0$ аст, ки он ба қимати аввалаи вазни зиндаи мурғи марҷон мувофиқ аст;

- зимни $t \rightarrow \infty, e^{-\mu t} \rightarrow 0 \Rightarrow M(t) \rightarrow M_D$, яъне вазни зиндаи мурғи марҷон асимптотикӣ ба қимати дефинитивии худ наздик мешавад;

- зимни $t = t_{max}, M(t_{max}) = M_{max}$, ки мушоҳидаи таҷрибавиро оид ба дар интиҳои марҳилаи парвариш соҳиби вазни максималӣ гаштани мурғи марҷон тасдиқ менамояд.

Монотонӣ будани функсияи s -шакли Берталанффи аз рӯйи қимати ҳосилаи якуми он маълум мешавад, ки ҳангоми $t > 0$ будан, он ҳамеша мусбат аст: $\frac{dM}{dt} = (M_D - M_0) \cdot s\mu(1 - e^{-\mu t})^{s-1} \cdot e^{-\mu t}$. Дар ин маврид, афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон монотонӣ буда, суръати афзоиши он дар аввал зиёд, сипас кам мешавад.

Нуқтаи қатшавии графики функсия $t_{ктш}$ барои варианти дуҷуми амсилаи математикии s -шакли Берталанффи бо ёрии формулаи $t_{ктш} = \frac{1}{\mu} \ln\left(\frac{s}{1}\right)$ ёфта мешавад. Зимни $s = 3$ будан, қимати $t_{ктш} \approx \frac{\ln 3}{0,0159}$ тақрибан 70-75 шабонарӯзро ташкил медиҳад, ки ба давраи биологии афзоиши максималии вазни зиндаи мурғи марҷон рост меояд.

Ҳамин тариқ, варианти дуҷуми амсилаи математикии s -шакли Берталанффи ҳам аз ҷиҳати математикӣ ва ҳам биологӣ дуруст таҳия шуда, қимати параметрҳояш дуруст интиҳоб шудаанд. Онҳо маънои мустақими биологӣ доранд. Амсила маҳдудиятҳои физиологии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро ба ҳисоб гирифтааст. Дарои асимптота мебошад, ки он ба ҳадди генетикӣ баробар аст.

Графики функсияи варианти дуҷуми амсилаи математикии Л. фон Берталанффи s -шакли асимметрӣ буда, дар заминаи қимати параметри μ рӯйи кор омадааст, ки он тавассути рамзҳои барномавии зерини Python ҳисоб шудааст ($\mu \approx 0,01588$):

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
```

```

import math
# Қиматҳои таҷрибавии додшуда
t0 = 1
t_max = 410
M0 = 0.0582
M_max = 8.98
M_D = 9.02
s = 3
# Ҳисобкунии қимати параметри  $\mu$ 
mu = -(1 / t_max) * math.log(1 - ((M_max - M0) / (M_D - M0)) **
(1/3))
# Муайянкунии фосилаи вақти парвариш
t = np.linspace(t0, t_max, 400)
# Функцияи s-шакли Л. фон Берталанффи
M = M0 + (M_D - M0) * (1 - np.exp(-mu * t)) ** s
# Графиксозӣ
plt.figure()
plt.plot(t, M)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Функцияи s-шакли Л. фон Берталанффи")
plt.grid(True)
plt.show()
mu

```

Ҳамин тариқ, дар ин бахш ду варианти гуногунмазмуни амсилаи математикии s-шакли Берталанффи мавриди омӯзиш, таҳлил ва татбиқ қарор дода шудааст, ки онҳо асосан барои тасвир ва таҳқиқи динамикаи синнусолии афзоиши вазни зиндаи индивидҳои популятсияҳои мурғи хонагӣ ва гулмоҳӣ пешбинӣ шудаанд.

Варианти якуми амсилаи Берталанффи дар чор ҳолат (гунаи иқтибосӣ ва се гунаи такмилии амсила) барои рушди массаи биологии мурғи марҷон таҳлил карда шудааст. Таҳлилҳои математикӣ ва биологии натиҷаҳои компютерии варианти якуми амсила дар ҳамаи чор ҳолат қобили қабул набудани татбиқшавандагии худро собит сохтанд: дар ҳолати якум, шакли иқтибосии амсилаи математикӣ ба талаботи биологии таҳқиқот ҷавобгӯ набудани худро равшан нишон дод; дар ҳолати дуюм, мавқеи номувофиқи ҷойгиршавии нуқтаи қатшавии графикаи функсия дар тирӣ вақт, ба нӯҷо вузъат гирифтани афзоиши вазни зиндаи паранда боис гаштааст; дар ҳолати сеюм, қиматҳои амсилавии вазни зиндаи мурғи марҷон ба бузургҳои манфӣ баробар шудаанд, ки ба маънои биологии мафҳуми «вазни зинда» муҳолифанд; дар ҳолати чорум, натиҷаҳои амсилавӣ ба воқеияти амалияи парандапарварӣ мувофиқат намекунанд, зеро вазнгирии мурғи марҷон дар амал аз рӯзҳои аввали марҳилаи парвариш оғоз меёбад, на аз мобайни он. Аз ин рӯ, татбиқи минбаъдаи варианти якуми амсиларо барои ҳалли масъалаҳои таҳқиқотӣ мувофиқи мақсад надонистем.

Тибқи тасвири графикаи варианти дуюми амсилаи Берталанффи бошад, раванди вазнгирии мурғи марҷон дорои фазаи муассири афзоиш буда, массаи биологии он аз рӯйи асимптота ба массаи максималиаш дуруст наздик мешавад. Тавассути натиҷаҳои компютерии амсила равандҳои мубодилавии вазнгириро возеҳ маънидод кардан чандон мушкул нест.

Таҳлилҳои амиқи математикию биологии натиҷаҳои варианти дуюми амсилаи Берталанффи нишон доданд, ки онро ҳамчун афзори устувори таҳқиқотӣ бо қатъаттаи S -шакли асимметрӣ, параметрҳои аз ҷиҳати физиологӣ хуб тафсиршаванда, графика ба асимптотҳои массаи биологӣ наздикшаванда ва инъикосгари дақиқи маълумоти таҷрибавӣ дар пешгӯӣ ва идоракунии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон истифода бурдан мумкин аст. Такмили минбаъдаи он метавонад дар арзёбии самтҳои гуногуни иқтисодиёти соҳаи аграрӣ арзишманд бошад.

Таҳқиқоти мазкур барои хочагиҳои парандапарварии кишвар аҳамияти амалӣ дорад, зеро он ба фаҳмиши амиқи равандҳои афзоиши вазни зиндаи парандаҳо мусоидат менамояд. Натиҷаҳои онро дар мукамалгардониҳои технологияҳои парандапарварӣ, оптимизатсияи равандҳои парвариш ва баланд бардоштани самаранокии истеҳсоли гӯшти паранда истифода бурдан мумкин аст. Натиҷаҳо имкон медиҳанд, ки оид ба динамикаи рушди вазни зиндаи парандаҳо хулосаҳои дақиқ бароварда, дар таҳияи тавсияҳои методӣ истифода бурда шаванд.

3.3. Амсилаҳои Бричес ва Пюттер дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Таҳлили адабиёти илмӣ ба амсиласозии динамикаи афзоиши массаи биологии фардҳои популятсияи парандаҳо бахшидашуда аз он шаҳодат медиҳад, ки дар қатори амсилаҳои маъруфи Берталанффи [28; 193], Меншуткин [102] ва дигар муҳаққиқони моҳир, амсилаҳои математикии Бричес ва Пюттер [96; 193] низ мавқеи хоса ишғол кардаанд.

Мо тасмим гирифтем, ки барои омӯзиш, муайянкунӣ, пешгӯӣ ва арзёбии хусусияту тамоюлоти рушди динамикаи синнусолии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон маҳз ҳамин амсилаҳои математикии Бричес ва Пюттерро мавриди таҳлили амиқ қарор диҳем. Ҳамчунин, мо дар раванди таҳқиқот аз амсилаҳои математикии барои рушди соҳаи моҳипарварӣ сохташуда [28-30; 79-92] низ истифода хоҳем бурд. «Амсиласозӣ моро мутмаъин сохт, ки муҳимтарин равандҳои мубодилаи моддаҳо, энергия ва иттилоот дар кулли системаҳои биологӣ тақрибан якхела амалӣ мешаванд» [28-96].

Амсилаи Бричес ва мушкilotи он. «Намуди иқтибосии амсилаи математикии Т. Бричес, ки дар ҳисоббарориҳои ададӣ ва сохтани тасвири графии динамикаи рушди вазни зиндаи мурғони хонагии кроссҳои «Ҳайсекс браун» ва «Ломанн браун» истифода шудааст, чунин аст» [96]:

$$M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t^{\vartheta})], \bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95}. \quad (1)$$

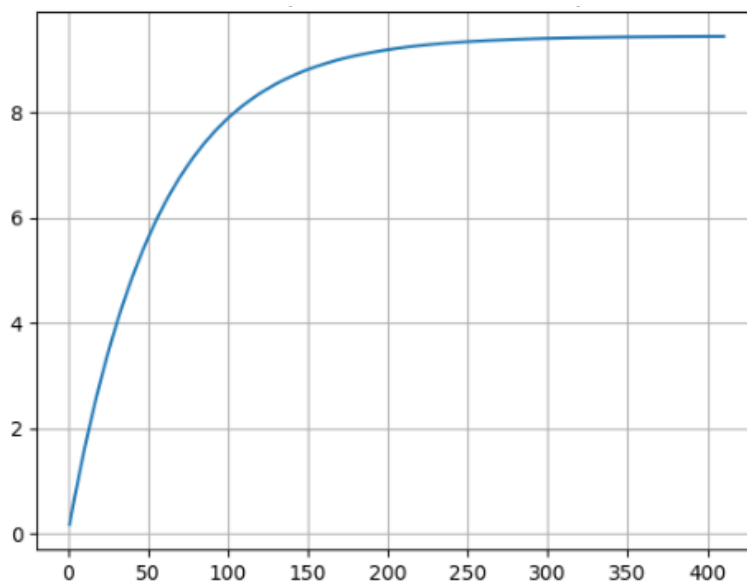
Дар робита ба ҳалли масъалаи таҳқиқотии мо (тасвир ва таҳлили динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон) ишораҳои амсилавии (1) ба маънии зайл истифода шудаанд: M_{max} – вазни зиндаи максималии имконпазир барои мурғи марҷони зоти сафеди синапахн дар давраи балоғат, $\bar{M}$ – ҳиссаи ташаккули тадриҷии вазни зиндаи миёнаи он (фоиз аз вазни максималӣ M_{max}), u – параметри инкишофи экспоненсиалӣ (суръати ташаккулёбии вазни зинда) ва ϑ – параметри инкишофи кинетикӣ (вусъатёбии суръати афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷони зоти мазкур дар марҳилаи мобайнии парвариш).

Айнан ба мисли раванди татбиқи амсилаи математикии иқтибосии s -шакли Л. фон Берталанффи $M(t) = M_{\infty} \cdot [\exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s$ ($M(t)$ – қимати вазни зинда дар лаҳзаи вақти $t \in [t_0; t_{max}]$, M_{∞} – асимптотавазн, α ва β – параметрҳои амсила, $s = 3$), мо зимни ҳалли компютерии масъалаи таҳқиқотӣ бо истифода аз амсилаи иқтибосии Т.С. Бриҷес [96] низ, бо натиҷаҳои ҳосилшуда таҳлилҳои математикӣ ва биологӣ гузаронидем. Таҳлилҳои баргузоршуда ночуриҳои муайяни муносибатҳои математикиро дар маънидодкунии ҷиҳатҳои биологӣ натиҷаҳои компютерӣ бадастомадаи амсила ошкор сохтанд.

Масалан, таҳлили математикии сохтор ва намуди функционалии амсила собит сохт, ки тибқи баробарқуввагии ифодаҳои математикии $\exp(-u \cdot t\vartheta)$ ва $\exp [(-u\vartheta)t]$, аргументи функсияи экспонента аз рӯйи t хаттӣ мебошад. Дар ин маврид, қимати параметри ϑ ба шакли қачхаттаи графики функсия ягон таъсир расонида наметавонад. Мавҷудияти он танҳо ба қимати додашудаи параметри u тақвият мебахшаду бас, ки ин арзиши татбиқии амсилаи Бриҷесро вобаста ба арзёбии тамоюли динамикаи синнусолии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон коҳиш медиҳад ва амали онро ба амали одии афзоиш аз рӯйи экспонента табдил медиҳаду халос: $M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-kt)], k = u\vartheta$.

Тасвири графикии функсияи иқтибосии Т.С. Бричес барои қиматҳои таҷрибавию амсилавии мурғи марҷони зоти сафеди синапахн: $1 \leq t \leq 410$; $M_{max} = 8,98$; $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95} \approx 9,45$; $u = 0,015$ ва $\vartheta = 1,2$ дар расми 1.1 инъикос ёфтааст [20; 4-M].

Мушкилоти биологӣ намуди иқтибосии амсилаи Бричес, аввалан, дар он равшан мегардад, ки гарчанде қачхаттаи графики он ба таври монотонӣ афзояд (расми 3.10) ҳам, дар он фазаи алоҳидаи инкишофи кинетикии вазни зиндаи мурғи марҷон дида намешавад.



Расми 3.10. Графики амсилаи математикии иқтибосии Т. Бричес [4] оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Дуюм, дар марҳилаи мобайнии парвариши мурғи марҷон мавҷудияти унсури афзоиши босуръат эҳсос карда намешавад.

Сеюм, дар намуди мазкури амсила параметри инкишофи кинетикии вазни зиндаи мурғи марҷон ϑ маънӣ ва арзишҳои биологӣ физикии худро аз даст додааст.

Чорум, динамикаи афзоиши вазни зинда бисёр сода инъикос ёфтааст (ҳолати он аз ҳамин гуна тасвири амсилаи дараҷавӣ низ «бадтар» аст), ки ба тасвири воқеии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон тамоман мувофиқат намекунад ва ғайра.

Аз ин $p\bar{y}$, мо намуди иқтибосии амсилаи Бричес ($M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t^\vartheta)]$)-ро низ ба мисли амсилаи такмилдодашудаи Берталанффи ($M(t) = M_\infty \cdot [1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s, \beta > 0$) тибқи талабот ва хусусиятҳои масъалаи таҳқиқотӣ тағйир додем ва онро бо ҳадафҳои таҳқиқотӣ мутобиқ гардонидем. Пас аз такмилёбӣ амсилаи Бричес ба худ намуди ғайрихаттиро касб кард:

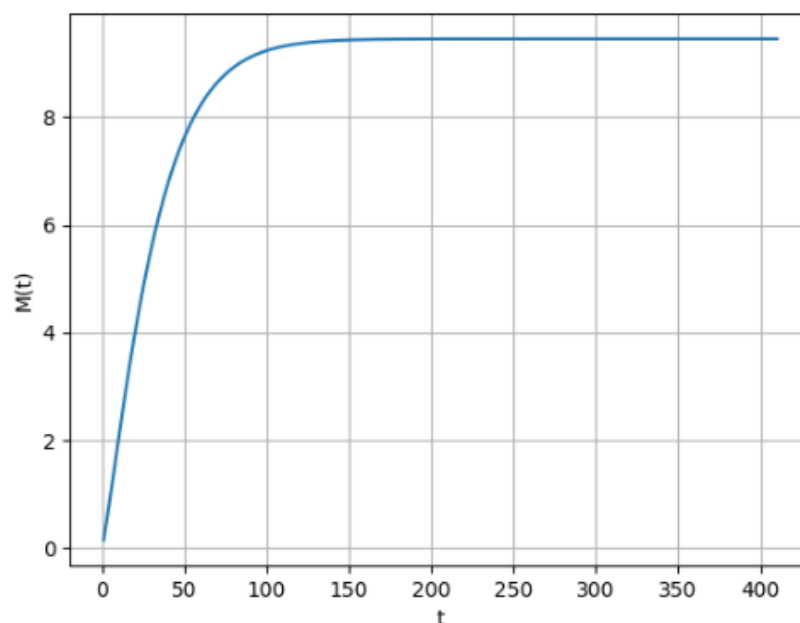
$$M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t^\vartheta)], \bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95}. \quad (2)$$

Дар марҳилаҳои баъдии таҳқиқоти мазкур бо мақсади таҳлил ва пешгӯии динамикаи вазни зиндаи (маҳсулнокии) мурғи марҷони зоти сафеди синапахн маҳз ҳамин амсилаи математикии аз тарафи мо такмилдодашудаи Т.С. Бричес (2) корбарӣ шудааст.

Намуди такмилёфтаи амсилаи математикии Бричес (2) аз нигоҳи биологӣ воқеияти мавҷудаи амалияи мурғимарҷонпарвариро дуруст инъикос карда метавонад. Дар он шакли дараҷавии аргументи функсияи экспоненсиалӣ ut^ϑ татбиқ ёфтааст, ки он $[\exp(-u \cdot t^\vartheta)]$ кинетикаи афзоиши синнусолии вазни зинда ва фазаи босуръати ташаккулёбии массаи биологиро дар қисми миёнаи онтогенез тавсиф карда метавонад. Дар ҳолати $\vartheta > 1$ будан, функсияи такмилёфтаи Бричес вобастагии синнусолии суръати афзоиши кинетикии вазни зиндаро аз ҷиҳати математикию биологӣ амсиласозӣ мекунад.

Дар расми 3.11 графики функсияи такмилёфтаи Т.С. Бричес барои муаррифии қиматҳои амсилавии $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $M_{max} = 8,98$; $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95} \approx 9,45$; $u = 0,015$; $\vartheta = 1,2$ ва фосилаи вақти парвариши мурғи марҷони зоти сафеди синапахн $1 \leq t \leq 410$ инъикос ёфтааст.

«Аз тасвири графии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн (тамоюли рушди логистикӣ) баръало дида мешавад, ки қадҳаттаи график бо маълумоти эксперименталӣ оид ба динамикаи вазни зиндаи мурғи марҷони навъи мазкур пурра мувофиқат мекунад» [20; 4-М].



**Расми 3.11. Графики амсилаи математикии такмилёфтаи Т. Бричес
оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон**

Тибқи иттилооти графикӣ раванди вазнгирии мурғи марҷон дар синну соли барвақтии он суғат чараён гирифта, дар марҳилаи мобайнии парвариш суръати ин раванд вусъат меёбад. Ташаккулёбии тадриҷии вазни пурраи миёнаи он (8,531 кг) дар гирду атрофи қимати $\bar{M} \approx 9,45$ ба вуҷуд меояд, ки он тақрибан 95 фоизи вазни зиндаи максималии ($M_{max} = 8,98$ кг) мурғи марҷонро ташкил медиҳад. Шуруъ аз нуқтаи мазкури марҳилаи мобайнӣ то интиҳои марҳилаи парвариш вазни зиндаи мурғи марҷон дигар афзоиш наёфта, бо қимати доимии худ боқӣ мемонад.

Натиҷаҳои компютери хосилшуда бо ёрии рамзҳои барномавии зерини забони барномасозии Python ба даст омадаанд:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Муайянкунии фосилаи парвариши мурғи марҷон
t0 = 1
t_max = 410
t = np.linspace(t0, t_max, 400)
# Қимати параметрҳои додашуда
M_max = 8.98
```

```

M_bar = M_max / 0.95 # Асимптотатаи вазни миёнаи биологӣ
# Параметрҳои афзоиши вазни зинда
theta = 1.2 # Нишондиҳандаи афзоиши кинетикӣ
u = 0.015 # Нишондиҳандаи афзоиши экспоненсиалӣ
# Функцияи Т. Бричес
M = M_bar * (1 - np.exp(-u * (t ** theta)))
# Маҳдудиятҳои биологӣ
M[M < 0] = 0
M[M > M_bar] = M_bar
# Раванди графиксозӣ
plt.figure()
plt.plot(t, M)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Афзоиши бричесии вазни зиндаи мурғи марҷон")
plt.grid(True)
plt.show()

```

Амсилаи математикии Пюттер. Намуди иқтибосии амсилаи математикии А. Пюттер низ, ки он ҳам ба мисли амсилаи Бричес дар ҳисобкунии динамикаи рушди вазни зиндаи мурғони хонагии кроссҳои «Ҳайсекс браун» ва «Ломанн браун» истифода шудааст, дар манбаъ [96] дар шакли зайл пешниҳод гардидааст:

$$M(t) = \frac{M_{max}}{1 - \exp[\eta(t + \gamma)^p]}. \quad (3)$$

Амсилаи А. Пюттер «амсилаи математикӣ бо суръати тағйирёбандаи коҳишёбии афзоиш» ном дошта, асосан дар пешбини динамикаи вазнгирии организмҳо зимни ғизодиҳии оптимизатсионӣ истифода мешавад. Дар адабиёти илмӣ амсилаи мазкурро баъзан ҳамчун амсилаи умумикардашудай В. Вейбулл ё шакли махсуси амсилаи Т. Бричес низ ном мебаранд.

Мо зимни баргузории таҳқиқот барои осонии корбарӣ намуди иқтибосии амсилаи А. Пюттерро (3) ба намуди ба он баробарқувваи зерин табдил додем:

$$M(t) = M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t + \gamma)^p]). \quad (4)$$

Дар ин маврид, параметрҳои амсилаи 4 барои масъалаи таҳқиқотӣ ба таври зайл маънидод карда мешаванд:

M_{max} – асимптота ё ҳадди максималии афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон, ки метавонад аз нигоҳи назариявӣ ба он доро бошад;

η – коэффитсиенти шиддат (миқёс), муайян мекунад, ки то кадом андоза қачхаттаи график ба асимптотатаи вазни зинда наздик мешавад;

γ – параметри лағжиши вақтӣ, имконият медиҳад, ки афзоиши вазни зинда на аз лаҳзаи $t = 0$, балки бо каме дермонӣ амалӣ шавад;

p – параметри шакл: дар ҳолати $p = 1$ будан, амсила ба функсияи одии экспоненсиалӣ ва зимни $p > 1$ будан, ба функсияи s-шакл табдил меёбад, ки хосси организмҳои бисёрхучайра (дар ибтидо афзоиши суст, дар мобайн шиддатнок, дар интиҳо хомӯшшаванда) мебошад;

$M(t)$ – қимати вазни зиндаи мурғи марҷон дар лаҳзаи вақти додашудаи парвариш $t \in [t_0; t_{max}]$.

Технологияи муайянкунӣ ва интиҳоби қимати параметрҳо (γ, η, p) -и амсилаи А. Пюттер мутобиқи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон дар фосилаи вақти парвариши $1 \leq t \leq 410$ ва ҳадди максималии афзоиши вазни зиндаи он $M_{max} = 8,98$ кг чунин ба роҳ монда шудааст:

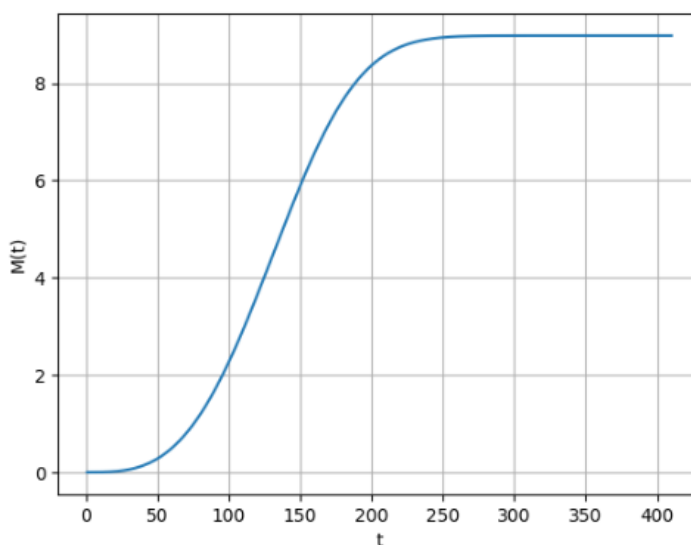
Параметри шакл p дар амсилаи Пюттер барои муайянкунии дараҷаи қатшавии графикаи функсия (нуқтаи қатшавӣ) масъул аст. Барои мурғи марҷон, ки афзоиши шиддатноки вазни зиндаи он ба нимаи аввали ҳаёташ рост омада, дар рӯзҳои 250-400-уми марҳилаи парвариш суръати афзоиши он якбора коҳиш меёбад, қимати p маъмулан дар фосилаи ададии $[2,5 \div 4,0]$

меҳобад. Барои аппроксиматсияи амиқи вазни зиндаи 8,98 кг дар 410 шабонарӯз, қимати $p = 3,21$ қабул карда шудааст [20; 4-M].

Параметри лағжиши вақтӣ γ синну соли оғози вазнгирии фаъоли мурғи марҷонро танзим менамояд. Азбаски дар рӯзи якуми ҳаёти мурғи марҷон $t = 1$ вазни зиндаи он $M(1) \neq 0$ аст, қимати γ бояд тарзе муайян карда шавад, ки $M(1) \approx 0,0582 - 0,0637$ кг бошад. Барои қиматҳои мазкури вазни зинда қиматҳои имконпазири γ метавонанд дар фосилаи ададии $[-0,05 \div 0,1]$ ҳобанд. Аммо, бо сабаби $M(1) \neq 0$ будан, қимати $\gamma = 0$ ҳисоб карда мешавад.

Коэффитсиенти шиддат η пайвандгари байни омили вақт t ва фатҳи қимати максималии вазни зиндаи мурғи марҷон M_{max} мебошад. Азбаски тибқи маълумоти таҷрибавӣ дар интиҳои марҳилаи парвариш $t_{max} = 410$ бояд қимати вазни зиндаи мурғи марҷон $M_{max} = 8,98$ кг бошад, пас моро мебояд муодилаи заруриро нисбат η ҳал кунем. Тибқи ҳисоббарориҳо барои фатҳи вазни 9,98 кг қимати η бояд аз фосилаи ададии $[0,005 \div 0,008]$ қабул карда шавад. Барои ҳолати мо $\eta = 0,0068$ аст.

Дар расми 3.12 графיקи функсияи Пюттер тасвир ёфтааст. Дида мешавад, ки қачхаттаи график s-шакл буда, дар фосилаи вақти парвариш $1 \leq t \leq 410$ тамоюли афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро барои қиматҳои $M_{max} = 8,98; \gamma = 0; \eta = 0,0068; p = 3,21$ комилан дуруст инъикос менамояд.



Расми 3.12. Графיקи амсилаи математикии А. Пюттер оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Дар ибтидои марҳилаи парвариш, рӯзҳои $t \approx 1 - 70$, афзоиши сусти вазни зинда ба чашм мерасад, ки он ба давраи мутобиқшавӣ ва ташаккули устухонҳои мурғи марҷон мувофиқ аст.

Дар рӯзҳои $t \approx 120 - 200$ афзоиши шиддатноки вазни зинда ба амал меояд, ки он хосси афзоиши экспоненсиалии массаи мушакҳои мурғи марҷон мебошад. Маҳз дар ҳамин фосилаи вақти парвариш нуқтаи қатъавии графикаи функсия ҷойгир шудааст, ки он инъикосгари лаҳзаҳои вазнгирии шабонарӯзии мурғи марҷон аз рӯйи суръати максималӣ мебошад.

Дар рӯзҳои $t > 250$ қатъи афзоиши вазни зинда ба вучуд омада, қачхаттаи графикаи функсия тадричан ба асимптотай вазн $M_{max} = 8,98$ наздик мешавад.

Ҳисоббарориҳои компютерӣ нишон медиҳанд, ки мувофиқан ба қимати параметрҳои додашудаи амсилаи Пюттер мурғи марҷон тақрибан 95% массаи биологии умумии худро дар гирду атрофи рӯзи 180-уми марҳилаи парвариш соҳиб мешавад, пас аз он афзоиши вазни он суст ва баъдтар амалан қатъ мегардад. Ҳодисаи мазкур хосси амсилаи А. Пюттер мебошад, ки афзоиши вазни зинда бо ҳадди максималии он M_{max} маҳдуд аст.

Натиҷаҳои бадастомада динамикаи воқеии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷони таҳқиқотиро дуруст инъикос мекунанд, ки тавассути рамзҳои барномавии зерини забони барномасозии Python ҳосил шудаанд:

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Параметрҳои амсилаи математикии Пюттер
t0 = 1
t_max = 410
M_max = 8.98
gamma = 0.0
eta = 0.0068
p = 3.21
# Муайянкунии фосилаи вақти парвариши мурғи марҷон
```

```

t = np.linspace(t0, t_max, 400)
# Функция А. Пюттер
M = M_max * (1 - np.exp(-(eta * (t + gamma)) ** p))
# Графиксозӣ
plt.figure()
plt.plot(t, M)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Афзоиши пюттерии вазни зиндаи мурғи марҷон")
plt.grid(True)
plt.show()

```

Таҳлили қиёсии натиҷаҳои амсилаҳо. Дар қадами навбатии таҳқиқот барои арзёбии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо истифода аз усули таҳлили қиёсӣ аз байни ду амсилаи математикии баррасишуда (Бричес ва Пюттер) барои се ҳолат амсилаи оптималӣ муайян карда шуд. Таҳлили қиёсии сохтори математикии амсилаҳо ва қатъатҳои графики онҳо имкон доданд, ки вобаста ба дараҷаи татбиқшавандагии амсилаҳо дар тасвир, таҳлил, пешгӯӣ ва идоракунии раванди вазнгирии мурғи марҷон ҳулосаҳои арзишманд иброз карда шаванд.

а) Таҳлилҳои математикию биологӣ дар сохтори математикии варианти иқтибосии амсилаи Бричес $M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t^\vartheta)]$, $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95}$ ноҷуриҳои муайяни муносибатҳои математикиро ошкор сохтанд, ки ба маънидодкунии ҷиҳатҳои биологӣ натиҷаҳои амсилавӣ таъсир гузоштаанд. Ин ноҷуриҳо ба қатъатҳои графики амсила (расми 3.10) интиқол ёфта, мувофиқан мушкилоти биологӣ (мавҷуд набудани фазаҳои инкишофи кинетикӣ ва афзоиши шиддатноки вазни зинда) ба бор овардаанд, ки дар натиҷа, имконияти татбиқшавандагии ин амсиларо зерӣ шубҳа гузоштаанд.

б) Аз сохтори математикии варианти такмилёфтаи амсилаи Т.С. Бричес $M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t^\vartheta)]$, $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95}$ ва қатъатҳои графики он (расми

3.11) равшан дида мешавад, ки он барои ҳисоббарориҳои амалӣ афзори комил буда, барои парвариши саноатии мурғи марҷон воситаи мувофиқи идоракунии мебошад. Маълумоти таҷрибавии мавҷудай соҳаро дуруст инъикос карда метавонад. Мувофиқи хосиятҳои амсилаи мазкур вазни пурраи миёнаи мурғи марҷон ($8,531 \text{ кг}$) дар атрофи қимати $\bar{M} \approx 9,45$ (% аз M_{max}) тадриҷан ташаккул меёбад, ки он ба 95% вазни максималии он ($M_{max} = 8,98 \text{ кг}$) баробар аст.

Аммо, гарчанде варианти мазкури амсилаи Бриҷес нисбат варианти иқтибосии он дорои бартариҳои қиёснашаванда бошад ҳам, он дар идоракунии раванди ташаккулёбии вазни зинда чандиряти баланд нишон дода наметавонад, ки ин аҳамияти татбиқшавандагии онро каме коҳиш медиҳад.

с) Намуди қатъаттаи графикаи амсилаи математикии А. Пюттер $M(t) = M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t + \gamma)^p])$ бошад, s -шакли мураттабро мемонад (расми 3.12). Тибқи иттилооти графикӣ афзоиши вазни амсилавии мурғи марҷон $M(t)$ дар зинаҳои гуногуни марҳилаи парвариш $1 \leq t \leq 410$ маълумоти таҷрибавии мувофиқро оид ба вазни зиндаи воқеии он дуруст инъикос менамояд: оғози суст $\rightarrow$ афзоиши шадид $\rightarrow$ наздикшавии тадриҷӣ ба вазни зиндаи максималӣ M_{max} .

Графикаи функцияи А. Пюттер нисбат ба нуқтаи қатшавии худ ғайри симметрӣ ҷойгир шудааст, ки бо динамикаи афзоиши воқеии мурғи марҷон бисёр мувофиқ мебошад. Параметрҳои амсила дорои маънои дурусти физиологӣ мебошанд. Онҳо мувофиқати беҳтарини визуалӣ ва биологӣ маълумоти таҷрибавиро инъикос карда метавонанд. Аз ин рӯ, амсилаи Пюттерро муътаммалона барои корбурд ва ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ афзори беҳтарини таҳлилӣ ҳисоб кардан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, таҳлилҳои қиёсӣ нишон доданд, ки барои пешгӯӣ ва идоракунии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон амсилаи математикии А. Пюттерро, ҳамчун афзори дорои қатъаттаи s -шакли воқеии асимметрӣ, параметрҳои аз ҷиҳати физиологӣ тафсиршаванда, наздикшавии

беҳтарин ба асимптотҳои массаи биологӣ ва инъикоси олии маълумоти таҷрибавӣ оид ба парвариши мурғи марҷон, амсилаи оптималӣ ҳисоб кардан мумкин аст.

Ҳамин тариқ, таҳқиқоти бахши мазкур ба тасвир ва таҳлили раванди вазнгирии синнусолии мурғи марҷон бахшида шудааст. Бо ин мақсад дар он имконоти таҳлили ду амсилаи математикии маъруф (Бричес ва Пюттер) мавриди таҳқиқ қарор дода шудааст. Амсилаи Бричес дар ду вариант санҷида шудааст: иқтибосӣ ва такмилёфта. Бо истифода аз усули таҳлили қиёсӣ аз байни ин амсилаҳо, вобаста ба муайянкунии дараҷаи татбиқшавандагӣ, амсилаи оптималӣ муайян карда шудааст.

Таҳлилҳои математикию биологӣ дар сохтори математикии варианти иқтибосии амсилаи Бричес баъзе нозуқиҳои муносибатҳои математикиро ошкор сохта, татбиқнашавандагии онро собит намуданд.

Таҳлилҳо нишон доданд, ки варианти такмилёфтаи амсилаи Бричес барои расидан ба ҳадафҳои таҳқиқотӣ афзори мукамал мебошад. Аммо, варианти мазкур дар идоракунии раванди ташаккулёбии вазни зинда чандиряи баланд нишон дода натавонист, ки ин ҷиҳат ба арзиши татбиқшавандагии он бе таъсир намонд.

Таҳлилҳо инчунин нишон доданд, ки амсилаи математикии Пюттер афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро дар зинаҳои гуногуни марҳилаи парвариш дуруст инъикос менамояд. Параметрҳои амсила дорои маънои дурусти физиологӣ буда, мувофиқати визуалӣ ва биологӣ маълумоти таҷрибавиро дар дараҷаи баланд инъикос карда метавонанд. Аз ин рӯ, маҳз амсилаи Пюттер ба сифати амсилаи оптималии таҳқиқотӣ қабул карда шуд.

3.4. Муайянкунии дараҷаи татбиқшавандагии амсилаҳои математикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо усули таҳлили қиёсии маҷмӯӣ

«Таҷрибаи бисёрсолаи амсиласозӣ эътимоди моро оид ба тақрибан якхела амалишавии равандҳои асосии мубодилаи моддаҳо дар кулли системаҳои биологӣ боз ҳам қавитар гардонид» [28-30; 74; 78-82]. «Бинобар

ин, мо дар таҳқиқоти мазкур, ки ба тасвири хусусиятҳои динамикаи синнусоли афзоиши вазни зиндаи мурғони марҷон бахшида шудааст, аз принципҳо ва механизмҳои амсиласозии математикии ба хусусиятҳои дигар организмҳо бахшидашуда васеъ истифода бурдем» [96; 102; 116-205].

Мақсади асосии ин таҳқиқот аз он иборат аст, ки арзиш ва дараҷаи татбиқшавандагии амсилаҳои нисбатан содатари хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ ва логистикӣ якҷо бо амсилаҳои аз ҷиҳати сохтор мураккабтари Берталанффи, Пюттер ва Бричес дар як муҳити таҳқиқотӣ ба таври комплексӣ баррасӣ ва мухтасар таҳлили визуалӣ карда шаванд. Ба таҳлили васеи математикӣ ва биологии ин амсилаҳо таҳқиқотҳои махсуси алоҳида бахшида хоҳанд шуд.

Пешакӣ иброз медорем, ки ишораҳои математикии дар ин амсилаҳо истифодашуда дар таҳқиқоти мазкур ба маънои зайл корбарӣ шудаанд: $M(t)$ – қимати вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон дар лаҳзаи вақти додашудаи марҳилаи парвариш $t \in [t_0; t_{max}]$; $M_0 = M(t_0)$ – қимати аввалаи вазни индивид дар ибтидои парвариш $t = t_0$; $M_{max} = M(t_{max})$ – қимати максималии вазни зиндаи индивид дар интиҳои парвариш $t = t_{max}$; M_D – қимати дефинитивии вазни зинда (ҳадди синнусоли вазни зиндаи мурғи марҷон, ки зимни ба он расидани $M(t)$ суръати афзоиши вазни зинда қатъ мегардад; r – нишондиҳандаи дараҷаи функсия. Маънои ишораҳои дар ин ҷо зикрнаёфта зимни баррасии амсилаҳои марбут шарҳ дода хоҳанд шуд. Манбаи иттилоотии маълумоти таҷрибавӣ адабиёти [1-M-17-M] мебошанд.

Амсилаи хаттӣ. Хусусияти марказии функсияи хаттии $M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \frac{t}{t_{max}}$ дар он зоҳир гаштааст (расми 3.13, қачхаттаи 1), ки вазни амсилавии мурғи марҷон дар фосилаи вақти парвариш $t_0 \leq t \leq t_{max}$ барои қиматҳои таҷрибавии $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$ мутлақо хаттӣ афзоиш ёфтааст [102]. Мусаллам аст, ки ин натиҷа аз хосиятҳои худии функсияи хаттӣ бармеояд.

Бояд изҳор дошт, ки тамоюли афзоиши мазкур ба хусусиятҳои физиологӣ ва суръати афзоиши воқеии массаи биологии мурғи марҷон тамоман мувофиқат намекунад. Аз ин рӯ, амсилаи хаттиро барои корбурди масъалаи таҳқиқотӣ тавсия додан мумкин нест.

Амсилаҳои дараҷавӣ. Зимни татбиқи функсияи дараҷавии $M(t) = M_0 + (M_{max} - M_0) \cdot \left(\frac{t}{t_{max}}\right)^r$, тамоюли графikiи рушди вазни зиндаи мурғи марҷон метавонад аз рӯйи яке аз ду сценария амалӣ шавад: $r < 1$ ва $r > 1$.

Дар расми 3.13 (қачхаттаи 2) графikiи функсияи мазкур дар ҳолати $r = 0,5$ ва $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $1 \leq t \leq 410$; $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$ будан, тасвир ёфтааст [4-М]. Аз тасвири графikiи дида мешавад, барои $M(t_0) = M_0$ ва $M(t_{max}) = M_{max}$ вазни зиндаи мурғи марҷон $M(t)$ дар ибтидои марҳилаи парвариш босуръат афзоиш ёфта, бо гузашти вақти муайян тадриҷан суст гаштааст, ки ин хосси афзоиши массаи биологии мурғи марҷон намебошад.

Дар расми 3.13 (қачхаттаи 3) бошад, графikiи функсияи дараҷавӣ барои ҳолати $r = 2$ ва қиматҳои қаблӣи бузургҳои амсилави тасвир ёфтааст. Аз тасвири графikiи аён аст, ки афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон $M(t)$ аз нуқтаи $M(t_0) = M_0$ оғоз ёфта, дар нуқтаи $M(t_{max}) = M_{max}$ ба анҷом расидааст. Функсия дар ин маврид рушди графikiи босуръати (параболикии) вазни зиндаро таъмин карда, дар фосилаи вақти $t_0 \leq t \leq t_{max}$ мунтазам афзудааст, ки ин тамоюл низ ба хусусияти афзоиши воқеии массаи биологии мурғи марҷон мухолиф мебошад. Аз ин рӯ, истифодаи минбаъдаи ҳар ду варианти амсилаи дараҷавӣ дар таҳқиқот тавсия дода намешавад.

Амсилаи экспоненциалӣ. Дар расми 3.13 (қачхаттаи 4) графikiи функсияи экспоненциалӣ (3), ки дар заминаи рамзҳои барномавии забони барномасозии объектҳои Python ҳосил шудааст, барои фосилаи вақти $1 \leq t \leq 410$ ва қимати аввалаи вазни зиндаи мурғи марҷон дар ибтидои марҳилаи парвариш $M_0 = 0,0582$ тасвир ёфтааст [5-М; 6-М]. Қимати ададии параметри $\ell_1 = \frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{1}{M_0} \approx 0,00694$ бо ёрии барномаи компютерӣ ҳисоб шудааст.

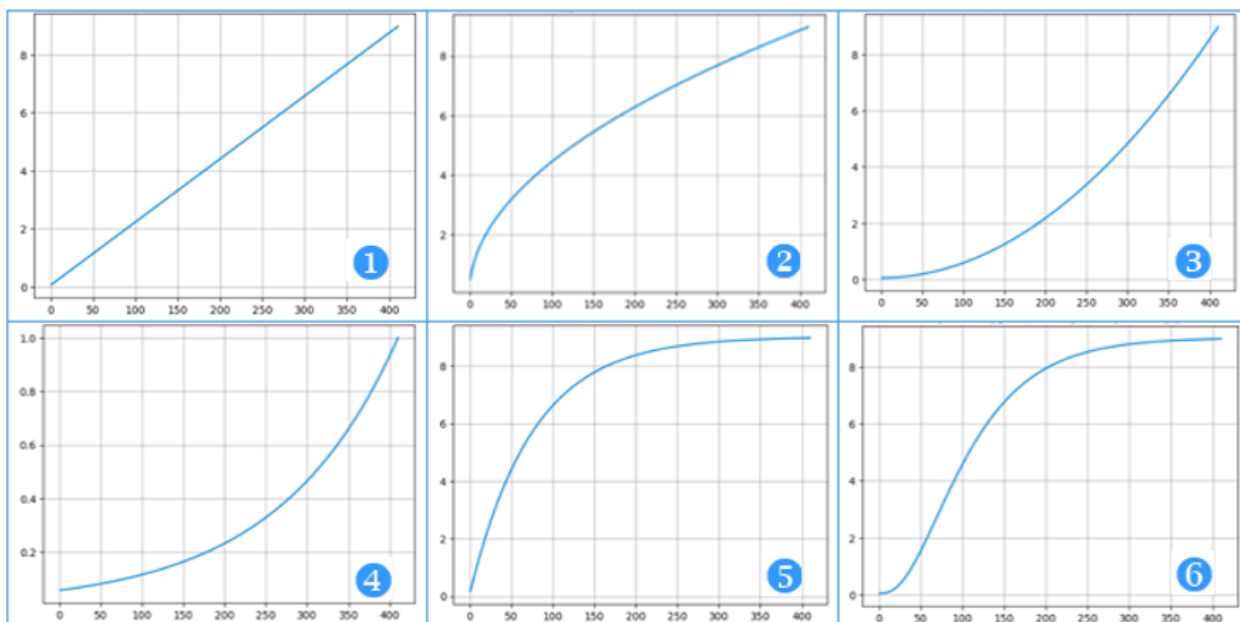
Дар мавриди дар амсилаи математикӣ истифода шудани функсияи экспоненсиалӣ $M(t) = M_0 \cdot e^{\ell_1 t}$, $\ell_1 = \frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{1}{M_0}$ суръати рушди вазни зиндаи мурғи марҷон ба таври монотонӣ меафзояд (наздиқ ба ҳолати $r = 2$, қачхаттаи функсияи дараҷавӣ) ва ба худ характери экспоненсиалӣ қабул мекунад. Яъне, дар ибтидои марҳилаи парвариш суръати афзоиши вазни зинда сусттар сурат гирифта, зимни ба интиҳои марҳила наздиқ шудан, дар он тезшавӣ рӯчуъ мекунад, ки бо суръати воқеии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон муҳолиф аст. Пас, ин амсила низ барои истифодаи таҳқиқотӣ ҷои нест.

Амсилаи логистикӣ. Дар расми 3.13 (қачхаттаи 5) тасвири графикаи натиҷаи компютери амсилаи логистикӣ $M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\ell_2 t})$, ки қимати параметри ℓ_2 бо ёрии формулаи $\ell_2 = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \frac{M_D - M_{max}}{M_D - M_0} \approx 0,01320$ ҳисоб карда шудааст, барои қиматҳои таҷрибавии зерини вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн: $M_0 = 0,0582$; $M_{max} = 8,98$; $M_D = 9,02$ дар фосилаи вақти $1 \leq t \leq 410$ инъикос ёфтааст [5-М; 6-М].

Дар сурати татбиқи компютери функсияи логистикӣ, бо болоравии синну соли амсилавии мурғи марҷон суръати афзоиши вазни зиндаи он тадриҷан коҳиш ёфта, зимни ба ҳадди максималӣ (қимати дефинитивӣ – M_D) расидани вазни мурғ афзоиши он қатъ мегардад, ки ба ҳақиқати воқеӣ наздиқ аст. Аз ин рӯ, барои пешбурди таҳқиқот амсилаи логистикӣ афзори «хуб» аст.

Амсилаи якуми Берталанффи. Дар расми 3.13 (қачхаттаи 6) тасвири графикаи натиҷаи компютери амсилаи математикии S -шакли якуми Л. фон Берталанффи $M(t) = M_0 + (M_D - M_0) \cdot (1 - e^{-\mu t})^s$, $\mu = -\frac{1}{t_{max}} \cdot \ln \left(1 - \sqrt[3]{\frac{M_{max} - M_0}{M_D - M_0}} \right)$ барои қиматҳои таҷрибавии зерини вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн [1-М; 6-М] ва параметрҳои амсилавии махсус ҳисобшуда инъикос ёфтааст: $s = 3$; $t_0 = 1$; $t_{max} = 410$; $1 \leq t \leq 410$; $M_0 =$

0,0582; $M_{max} = 8,98$; $M_D = 9,02$. График дар асоси қимати параметри μ , ки тавассути забони Python ҳисоб шудааст ($\mu \approx 0,01588$), рӯйи кор омадааст.



Расми 3.13. Качхаттаҳои графики амсилаҳои математикӣ оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон: 1-хаттӣ, 2-дараҷавӣ ($r = 0,5$), 3-дараҷавӣ ($r = 2$), 4-экспоненциалӣ, 5-логистикӣ, 6-Бераланффи (якум)

«Зимни татбиқи функсияи Бераланффи ($s = 3$) дар амсилаи математикӣ, ки тавассути он раванди мураккаби рушди вазни зиндаи индивиди синну соли додашудаи мурғи марҷонро тасвир намудан мумкин аст, суръати максималии афзоиши вазн на дар марҳилаи ибтидоӣ, балки дар марҳилаҳои баъдии ҳаёти индивид ба даст оварда мешавад. Дар ин маврид, суръати афзоиши вазни зиндаи индивид дар ибтидои марҳилаи парвариш сусти инкишоф ёфта, баъдан суръат пайдо мекунад ва бо боло рафтани синну сол пайвасти коҳиш меёбад. Бо фатҳи қимати дефинитивӣ (M_D) афзоиши вазни зинда қатъ мегардад ва ба худ характери доимӣ касб мекунад» [58; 1-M-6-M]. Пас, амсилаи якуми Бераланффи афзори хеле хуби таҳқиқотӣ мебошад.

Амсилаи дуҷуми Бераланффи. Зимни таҳқиқи сохтори математикии амсилаи s -шакли дуҷуми Л. фон Бераланффи $M(t) = M_{\infty} \cdot [\exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s$ [96] мо бо мушкilotе рӯ ба рӯ шудем, ки ҳангоми дар он татбиқ намудани қиматҳои воқеии параметрҳо ($1 \leq t \leq 410$; $M_{\infty} = 10$; $\alpha = 4$; $\beta = 0,02$; $s = 3$)

истифодаи онро дар ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ ғайри имкон гардонид: $M(t) = M_{\infty} \cdot [\exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s \equiv M(t) = M_{\infty} \cdot \exp[s(\alpha - \beta t)]$: зимни $t = 1$, $M(1) = M_{\infty} \cdot e^{s(\alpha - \beta)}$; ҳангоми $t \rightarrow \infty$, $M(t) \rightarrow 0$, яъне функсияи мазкур пурра экспонентаи камшаванда аст.

Аз ҷиҳати биологӣ мушкилии амсилаи мазкур дар он зоҳир мегардад, ки вазни зиндаи мурғи марҷон дар ибтидои марҳилаи парвариш максималӣ буда, дар интиҳои он коҳиш меёбад, яъне ин амсила на афзоиш, балки таназзули вазни зиндаро тасвир мекунад.

Аз ин рӯ, мо намуди ин амсиларо вобаста ба ҳалли масъалаи таҳқиқотӣ ончунон такмил додем $\{M(t) = M_{\infty} \cdot [1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^s, \beta > 0\}$, ки қачхаттаи он: афзоиши монотонӣ ва нуқтаи қатшавӣ дошта бошад; наздикшавии асимптотикии вазни амсилавиро ба ҳадди максималии вазн таъмин карда тавонад.

Таҳлилҳои математикию биологӣ сохтори такмилёфтаи амсилаи Берталанффи нишон дод, ки зимни интиҳоби дурусти қимати параметрҳои α ва β : агар $t \rightarrow 0$, $M(t) \approx M_{\infty} \cdot (1 - e^{\alpha})^s \approx 0$; агар $t \rightarrow \infty$, $M(t) \rightarrow M_{\infty}$, зеро $\exp(-\beta \cdot t + \alpha) \rightarrow 0$, яъне он афзоиши воқеии вазни зиндаи мурғи марҷонро инъикос карда метавонад.

Дар расми 3.14 (қачхаттаи 1) тасвири графیکی натиҷаи компютери амсилаи такмилёфтаи Берталанффи барои қиматҳои $M_{\infty} = 10$; $\alpha = 0,1838$; $\beta = 1,3221$ ва фосилаи вақти парвариши $1 \leq t \leq 410$ инъикос ёфтааст. Аён аст, ки зимни қиматҳои хурди t суръати афзоиши вазни амсилавӣ низ суст аст. Азбаски нуқтаи қатшавии қачхатта дар наздикии ибтидои тирӣ вақт t ҷойгир шудааст, ин ба тезшавии суръати афзоиш ва наздикшавии вазн ба $M_{\infty} = 10$ боис гаштааст, ки аз ҳақиқати воқеии таҷрибаи парандапарварӣ дур аст.

Камбудии ҳисоббарорӣ зимни интиҳоби нодурусти қимати параметри β рух додааст: ҳангоми $\beta = 1,3221$ будан, афзоиши вазни зинда бо суръати баланд амалӣ гашта, ба шаклгирии функсияи Берталанффи таъсир

расонидааст (ба чойи s -шакл, зинашакл). Қимати β бояд тавре интихоб шавад, ки қатшавии қачхатта аз ибтидои тири вақт ба тарафи росттари он лағжад.

Расми 3.14 (қачхаттаи 2) тасвири графикии функсияи такмилёфтаи Берталанффиро барои қиматҳои қаблии амсилави $\beta = 0,02$ муаррифӣ намудааст. Гарчанде шакли визуалии функсия беҳтар гашта бошад ҳам, тарзи иттилоотоварии он аз нуқтаҳои назари биологӣ ва физикӣ куллан хато аст: агар $t \rightarrow 0, \exp(-\beta \cdot t + \alpha) > 1 \Rightarrow [1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)] < 0$. Барои $[1 - \exp(-\beta \cdot t + \alpha)]^3 \ll 0$, ки ин мухолифи маънои биологӣ вазни зинда аст.

Бинобар ин, мо намуди функсияи Берталанффиро такроран такмил додем: $M(t) = M_\infty \cdot [1 - \exp(-\beta(t - t_{M_D}))]^s, t \geq t_0$ (β – суръати рушди вазни амсилави; t_{M_D} – бузургии вақтӣ, ки зимни $t = t_{M_D}, M(t) = M_D$ мешавад. Мусаллам аст, ки қатшавии графики функсия низ бояд дар атрофи ҳамин нуқта ($t_{M_D} = 200$) рух диҳад.

Дар расми 3.14 (қачхаттаи 3) тасвири графикии функсияи такроран такмилдодашудаи Берталанффи барои қиматҳои $M_\infty = 10; \beta = 0,02; t_{M_D} = 200; t_0 = 1; t_{max} = 410; s = 3$ инъикос ёфтааст. Аз расм маълум аст, ки $M(t)$ сар аз нуқтаи $t = t_0$ то $t_{M_D} = 200$ тамоман афзоиш наёфтааст. Баръакс, дар наздикии $t_{M_D} \approx 200$ афзоиши вазн шиддат гирифтааст. Дар фосилаҳои баъдии вақти парвариш вазнгирии мурғи марҷон идома ёфта, ба ҳадди имконпазири худ (асимптота) $M_\infty = 10$ наздик шудааст.

Гарчанде дар ин маврид қачхаттаи функсияи такроран такмилёфтаи Берталанффи тамоюли афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро сифатан беҳтар инъикос карда бошад ҳам, ҳамоно амалияи мурғпарвариро қонё накардааст.

Дар амалия раванди вазнгирий аз рӯзҳои аввали марҳилаи парвариш оғоз меёбад, на аз нимаи дуюми он, чуноне ки аз натиҷаҳои амсилави бармеояд. Барои ҳамин, мо аз татбиқи минбаъдаи амсилаи математикии s -

шакли дуоми Л. фон Берталанффи (хам варианти иктибосӣ ва хам вариантҳои такмилёфта) даст мекашем.

Амсилаи Пюттер. Маънои параметрҳои амсилаи математикии А. Пюттер $M(t) = M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t + \gamma)^p])$ чунин аст: M_{max} – асимптотаи вазни зинда; η – коэффитсиенти шиддат, муайян мекунад, ки то кадом андоза қачхаттаи график ба M_{max} наздик мешавад; γ – параметри лағжиши вақтӣ, имкон медиҳад, ки афзоиши вазн на аз лаҳзаи $t = 0$, балки бо каме дермонӣ амалӣ шавад; p – параметри шакл ($p = 1$ – функсияи экспоненсиалӣ; $p > 1$ – функсияи s-шакл) [96; 193].

Технологияи муайянкунии қимати параметрҳои γ, η, p мутобиқи қимати $M(t)$ дар фосилаи вақти павариши $1 \leq t \leq 410$ ва $M_{max} = 8,98$:

Параметри шакл p дар амсила барои муайянкунии нуқтаи қатшавии қачхаттаи функсия масъул аст. Барои мурғи марҷон $p \in [2,5 \div 4,0]$, зеро афзоиши шиддатноки $M(t)$ ба нимаи аввали марҳилаи парвариш рост омада, дар рӯзҳои 250-400-ум суръати афзоиш якбора коҳиш меёбад. Барои аппроксиматсияи амиқи вазни зиндаи 8,98 кг дар 410 шабонарӯз, $p = 3,21$ қабул шудааст.

Параметри лағжиши вақтӣ γ синну соли оғози вазнгирии фаёоли мурғи марҷонро танзим менамояд. Азбаски дар $t = 1$ вазни зиндаи он $M(1) \neq 0$ аст, пас, қимати γ бояд тарзе муайян карда шавад, ки $M(1) \approx 0,0582 \div 0,0637$ кг бошад. Барои қиматҳои мазкури $M(1)$ қиматҳои имконпазири $\gamma \in [-0,05 \div 0,1]$ аст. Аммо, бо сабаби $M(1) \neq 0$ будан, қимати $\gamma = 0$ ҳисоб карда мешавад.

Коэффитсиенти шиддат η васлгари байни t ва $M(t) \rightarrow M_{max}$ аст. Азбаски тибқи маълумоти таҷрибавӣ зимни $t_{max} = 410$ қимати $M_{max} = 8,98$ кг аст, пас, барои фатҳи вазни 9,98 кг, бояд қимати $\eta \in [0,005 \div 0,008]$ бошад. Барои ҳолати мо $\eta = 0,0068$ қабул карда шудааст.

Дар расми 3.14 (қачхаттаи s-шакли 4) графики функсияи Пюттер фосилаи вақти $1 \leq t \leq 410$ -ро барои қимати бузургҳои $M_{max} = 8,98$; $\gamma =$

0; $\eta = 0,0068$; $p = 3,21$ амсиласозӣ кардааст, ки тамоюли афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро дуруст инъикос менамояд. Дар ибтидои марҳилаи парвариш ($t \approx 1 \div 70$) афзоиши сусти вазни зинда ба чашм мерасад, ки он ба давраи мутобиқшавии мурғи марҷон рост меояд. Дар рӯзҳои $t \approx 120 \div 200$ афзоиши шиддатнок амалӣ гаштааст, ки он хосси афзоиши экспоненсиалии массаи биологӣ мебошад. Маҳз дар ҳамин фосилаи вақти парвариш нуқтаи қатшавии графики функсия ҷойгир шудааст, ки он инъикосгари лаҳзаҳои вазнгирии шабонарӯзии мурғи марҷон аз рӯйи суръати максималӣ мебошад. Дар рӯзҳои $t > 250$ қатъи афзоиши вазни зинда ба вучуд омада, қачхаттаи графики функсия тадриҷан ба асимптотай вазн $M_{max} = 8,98$ наздик шудааст.

Инчунин, ҳисоббарориҳои компютерӣ нишон доданд, ки мувофиқан ба қимати параметрҳои додашудаи амсила мурғи мурҷон тақрибан 95% массаи биологӣ умумии худро дар гирду атрофи рӯзи 180-уми марҳилаи парвариш соҳиб шудааст, пас аз он афзоиши вазни он суст ва баъдтар амалан қатъ гардидааст. Тамоюли мазкур хосси амсилаи Пюттер аст: афзоиши вазни зинда $M(t)$ бо ҳадди максималиаш M_{max} маҳдуд аст.

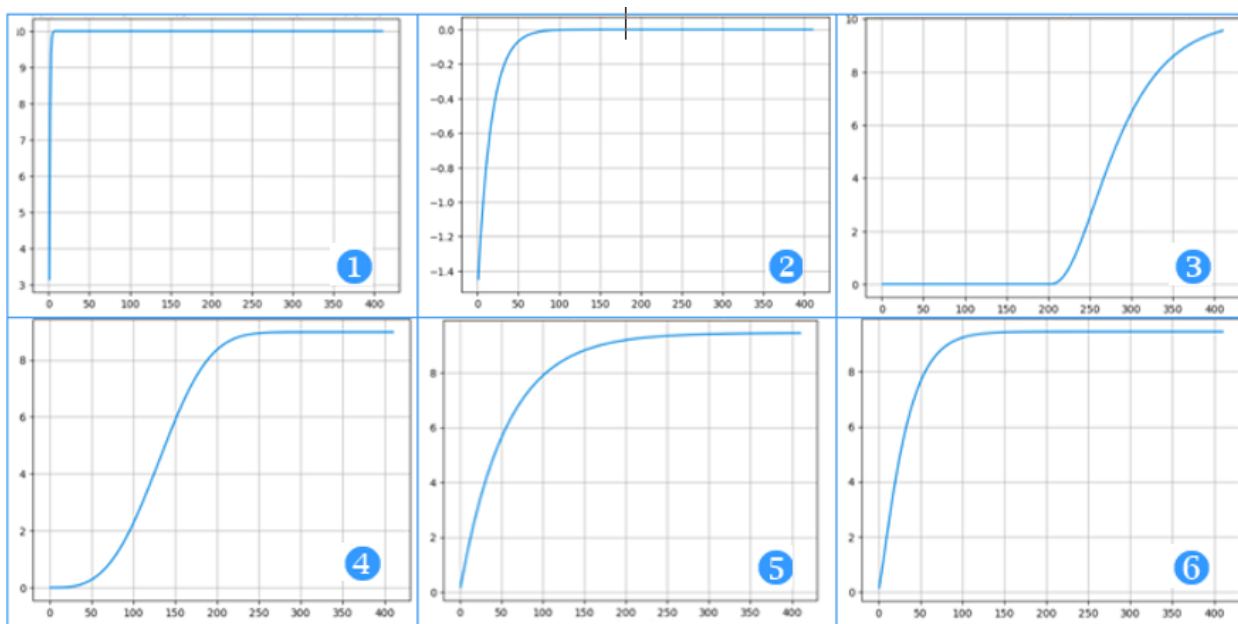
Хулоса, тамоми натиҷаҳои компютерӣ амсилаи Пюттер аз он гувоҳӣ медиҳанд, ки онро вобаста ба сатҳи ҳисоббарорӣ динамикаи воқеии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон беҳтарин афзори таҳқиқотӣ ҳисоб кунем.

Амсилаи Бричес. Сохтори математикии аввалаи амсилаи Т.С. Бричес тибқи [96; 193] $M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t\vartheta)]$, $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95}$ (M_{max} – вазни зиндаи максималӣ дар давраи балоғат, $\bar{M}$ – ҳиссаи ташаккули тадриҷии вазни зиндаи миёна (фоиз аз вазни максималӣ), u – параметри инкишофи экспоненсиалӣ (суръати ташаккулёбии вазни зинда) ва ϑ – параметри инкишофи кинетикӣ (вусъатёбии суръати афзоиши вазни зинда дар марҳилаи мобайнии парвариш) мебошад.

Дар расми 3.14 (қачхаттаи 5) тасвири визуалии функсияи Бричес барои қиматҳои таҷрибавии $1 \leq t \leq 410$; $M_{max} = 8,98$; $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95} \approx 9,45$; $u =$

0,015; $\vartheta = 1,2$ амсиласозӣ шудааст. Зимни маънидодкунии ҷиҳатҳои биологии натиҷаҳои компютери амсилаи мазкур, айнан ба мисли амсилаи дуҷуми иқтибосии Берталанффи [96], дар сохтори амсилаи нозуриҳои муайяни математикӣ ошкор гардиданд: азбаски функсияи $\exp(-u \cdot t^\vartheta) \equiv \exp[(-u^\vartheta)t]$, пас аргументи он аз рӯйи t хаттӣ аст, яъне қимати ϑ ба шакли қатъатта таъсир нарасонида, фақат қимати u -ро тақвият медиҳаду бас, ки ин арзиши татбиқии амсиларо танҳо ба як амали одии афзоиш аз рӯйи экспонента табдил медиҳад: $M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-kt)]$, $k = u^\vartheta$.

Мушкилоти биологии амсилаи Бричес дар он аст, ки гарчанде қатъаттаи он монотонӣ афзоианда бошад ҳам, дар он ҷаҳаҳои инкишофи кинетикӣ ва афзоиши босуръат дида намешавад, яъне он ба тасвири воқеии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон тамоман мувофиқат намекунад.



Расми 3.14. Қатъаттаҳои графики амсилаҳои математикӣ оид ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон: 1-такмилёфтаи Берталанффи ($\beta = 1,3221$), 2-такмилёфтаи Берталанффи ($\beta = 0,02$), 3-такроран такмилёфтаи Берталанффи ($\beta = 0,02$), 4-Пюттер, 5-иқтибосии Бричес, 6-такмилёфтаи Бричес

Аз ин рӯ, мо намуди математикии амсилаи Бричесро низ мутобиқи хусусиятҳои масъалаи таҳқиқотӣ такмил дода, ба шакли ғайрихаттӣ овардем:

$M(t) = \bar{M} \cdot [1 - \exp(-u \cdot t^\vartheta)]$, $\bar{M} = \frac{M_{max}}{0,95}$. Қисмати дараҷавии аргументи функсияи амсилаи такмилёфта $[\exp(-u \cdot t^\vartheta)]$ кинетикаи афзоиши

синнусолии вазни зинда ва фазаи босуръати ташаккулёбии массаи биологиро дар қисми миёнаи онтогенез дуруст тавсиф карда метавонад. Ҳолати $\vartheta > 1$, вобастагии синнусолии суръати афзоиши кинетикии вазни зиндаро амсиласозӣ мекунад. Бартариҳои мазкури амсиларо барои қиматҳои қаблии параметрҳои амсилавӣ тасвири визуалии дар расми 3.14 (қачхаттаи 6) инъикосёфта муаррифӣ мекунад.

Аз тасвири визуалии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн баръало дида мешавад, ки қачхаттаи функсия шакли логистикии рушдро инъикос намуда, бо маълумоти эксперименталӣ пурра мувофиқат мекунад [1-M; 4-M; 6-M]. Тибқи иттилооти графикӣ раванди вазнгирии мурғи марҷон дар синну соли барвақтӣ суи чараён гирифта, дар марҳилаи мобайнии парвариш суръати ин раванд вусъат меёбад. Ташаккулёбии тадриҷии вазни пурраи миёнаи он (8,531) дар атрофи қимати $\bar{M} \approx 9,45$ ба вуҷуд меояд, ки он тақрибан 95 фоизи вазни зиндаи максималии ($M_{max} = 8,98$) мурғи марҷонро ташкил медиҳад. Сар аз нуқтаи мазкур то интиҳои марҳилаи парвариш вазни зиндаи мурғи марҷон дигар инкишоф наёфта, доимӣ боқӣ мемонад.

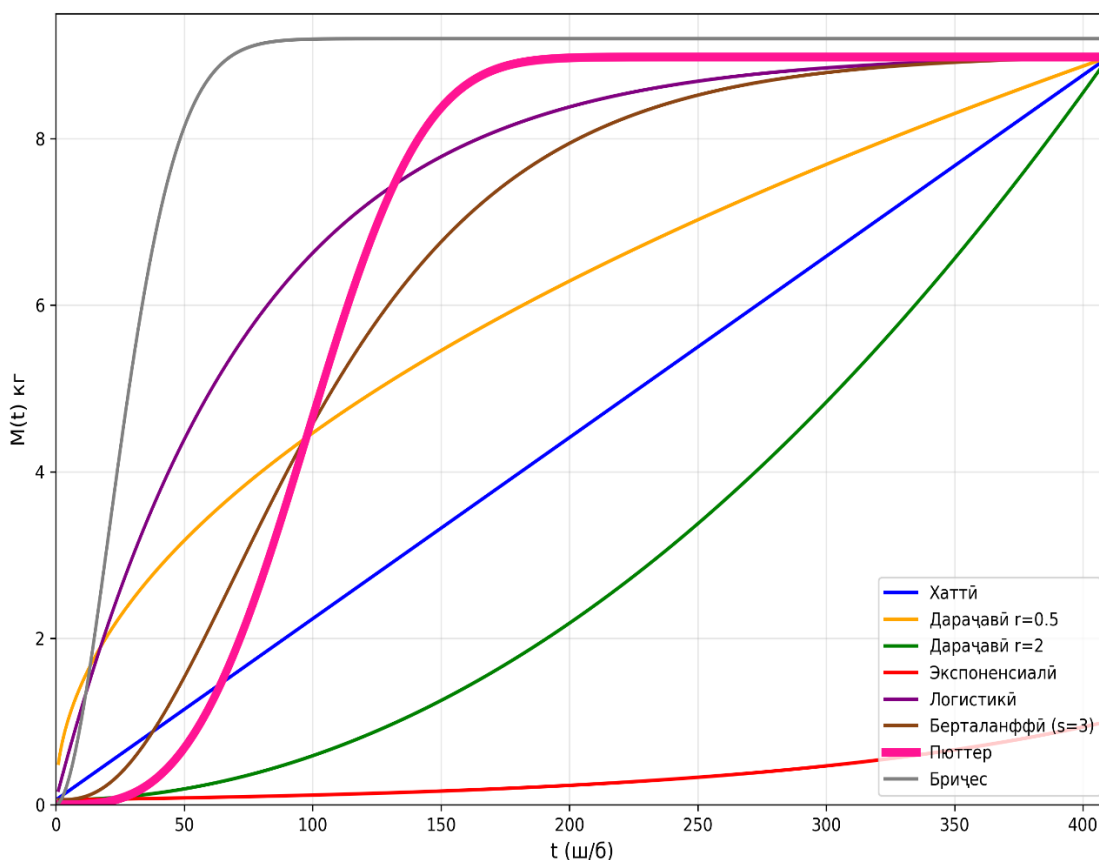
Таҳлили қиёсии маҷмӯии қачхаттаҳои амсилаҳои баррасишуда, муайянкунии амсилаи оптималӣ. Дар қадами навбатии таҳқиқот мо барои пешгӯии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо истифода аз усули таҳлили қиёсӣ хусусиятҳои биологӣ ва имконоти визуалии қачхаттаҳои амсилаҳои баррасишудаи хаттӣ, дараҷавӣ ($r = 0,5$; $r = 2$), экспоненсиалӣ, логистикӣ, s-шакли якуми Берталанффи, Пюттер ва Бричесро арзёбӣ намуда, амсилаи математикии оптималиро муайян кардем. Барои мувофиқат ва мутобиқати биологии амсилахоро ба таври визуалӣ арзёбӣ кардан, мо қачхаттаҳои онҳоро дар як муҳити графикӣ (расми 3.15) муттаҳид сохтем.

Хулосаҳо оид ба натиҷаҳои таҳлили қиёсии хусусиятҳои қачхаттаҳои амсилаҳои математикӣ:

Азбаски дар қачхаттаи амсилаи математикии хаттӣ фазаи алоҳидаи афзоиши босуръати вазни зинда дида намешавад ва раванди ба M_{max}

наздиқшавии $M(t)$ инъикос наёфтааст, он аз ҷиҳати биологӣ номувофиқ ва истифодаи он мувофиқи мақсад шуморида нашуд.

Тибқи қачхаттаҳои амсилаи дараҷавӣ зимни $r = 0,5$ оғози раванди вазнгирии мурғи марҷон ($t \approx 1 \div 50$) ниҳоят зуд ва зимни $r = 2$, баръакс, ниҳоят суст сурат гирифта, наздиқшавии $M(t)$ ба M_{max} муассир инъикос наёфтааст. Тамоюлотҳои мазкур ба хусусиятҳои физиологӣ мурғи марҷон мухолифанд. Бинобар ин, татбиқи маҳдуди амсилаи дараҷавӣ тавсия дода шуд.



Расми 3.15. Қиёси визуалии қачхаттаҳои амсилаҳои математикии баррасишуда оид ба таҳқиқоти таҳлилии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон

Аз қачхаттаи амсилаи экспоненсиалӣ возеҳ дида мешавад, ки массаи биологӣ мурғи марҷон $M(t)$ натанҳо ба асимптотааш наздик намешавад, балки дар охири марҳилаи парвариш якбора коҳиш меёбад. Яъне он барои тасвири синкли пурраи афзоиши вазни зинда мутобиқат намекунад.

Таҳлили визуалии амсилаи логистикӣ нишон дод, ки қачхаттаи он s-шакли дуруст буда, дорои нуқтаи қатшавӣ низ мебошад. Аммо ин қачхатта

нисбат ба нуқтаи қатшавии график симметрӣ ҷойгир аст, ки аз ҷиҳати биологӣ хосси парандагон намебошад. Аз ин рӯ, амсилаи мазкурро дар ҳолате тавсия кардан ҷоиз аст, ки афзорҳои беҳтари таҳқиқотӣ дастрас набошанд.

Мувофиқи тасвири графикаи амсилаи математикии S -шакли якуми Берталанффи раванди вазнгирии мурғи марҷон дорои фазаи муассири афзоиш буда, массаи биологии он $M(t)$ ба вазни зиндаи максималиаш M_{max} аз рӯйи асимптота бисёр хуб наздик мешавад. Тавассути амсилаи мазкур равандҳои мубодилавии вазнгирии мурғи марҷонро возеҳ маънидод кардан имконпазир аст. Аз ин рӯ, ин амсила, ҳамчун амсилаи мутобиқати ҳуҷаи биологидошта, барои ҳалли масъалаҳои таҳқиқотӣ тавсия карда мешавад.

Намуди қатъаттаи амсилаи математикии Пюттер S -шакли мураббаъ аст. Тибқи иттилооти графикӣ афзоиши вазни амсилавии мурғи марҷон $M(t)$ дар зинаҳои гуногуни марҳилаи парвариш $1 \leq t \leq 410$ маълумоти таҷрибавии мавҷударо дуруст муаррифӣ мекунад: оғози суст $\rightarrow$ афзоиши шадид $\rightarrow$ наздикшавии тадриҷӣ ба M_{max} . Графики функсияи амсила нисбат ба нуқтаи қатшавиаш ғайри симметрӣ ҷойгир аст, ки ба динамикаи афзоиши воқеии вазни мурғи марҷон хеле мувофиқ мебошад. Параметрҳои амсила маънои дурусти физиологӣ доранд. Бинобар ҳамин ва ҳамчунин бо сабаби мувофиқати беҳтарини визуалӣ ва биологӣ нишон додан, амсилаи Пюттер бо боварии тоҷик барои ҳалли масъалаҳои таҳқиқотӣ тавсия карда мешавад.

Аз шакли қатъаттаи амсилаи такмилёфтаи Бриҷес дида мешавад, ки он маълумоти таҷрибавиро дуруст инъикос мекунад ва барои тасвири парвариши саноатии мурғи марҷон афзори хеле мувофиқ мебошад. Тибқи хосиятҳои амсилаи мазкур миёнаи вазни пурраи мурғи марҷон ($8,531 \text{ кг}$) дар атрофи вазни $\bar{M} \approx 9,45$ тадриҷан ташаккул меёбад, ки он ба 95% вазни максималӣ ($M_{max} = 8,98$) баробар аст. Камбудии ягонаи ин амсила дар он зоҳир мегардад, ки он дар ҳалли масъалаҳои таҳқиқотӣ нисбат ба амсилаи Пюттер чандиряки камтар нишон медиҳад [6-М; 8-М].

Ҳамин тариқ, тибқи таҳлилҳои қиёсӣ амсилаи математикии А. Пюттерро амсилаи оптималии таҳқиқотӣ (қойи якум), амсилаи математикии якуми Л. фон Берталанффиро сазовори қойи дуюм ва амсилаи математикии такмилёфтаи Т. Бричесро сазовори қойи сеюм ҳисоб кардан мумкин аст.

Хулосаҳои боби сеюм

Дар қараёни таҳқиқот равшан гардид, ки бо истифода аз усули таҳлили қиёсӣ аз байни якчанд амсилаи математикӣ амсилаи мувофиқтаринро барои тасвир ва пешгӯии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон муайян кардан мумкин аст. Дурустии ин нуктаро таҳлилҳои математикӣ ва биологӣ баргузоршуда тасдиқ намуданд.

Таҳлилҳои қиёсии навбати аввали дар байни панҷ амсила гузаронидашуда нишон доданд, ки амсилаҳои хаттӣ, дараҷавӣ ($r = 0,5$; $r = 2$) ва экспоненсиалӣ талаботи биологӣ тавсифи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро қонеъ карда наметавонанд. Ягона амсилае, ки раванди сершавии физиологӣ ва марҳилаҳои алоҳидаи кинетикаи афзоиши вазни зиндари дуруст инъикос карда метавонад ва графикаш нуктаи қатъавӣ дорад, функсияи логистикӣ мебошад. Графики дигар амсилаҳо ғ нуктаи қатъавӣ надоранд ғ динамикаи нодурусти биологиро пешниҳод меkunанд.

Дар навбати дуюми баргузори таҳлилҳои қиёсӣ татбиқшавандагии ду варианти гуногунмазмуни амсилаи математикии S -шакли Берталанффи санчида шудааст. Варианти якуми ин амсила дар чор ҳолат (гунаи иқтибосӣ ва се гунаи такмилёфта) таҳлил шудааст. Таҳлилҳои математикӣ ва биологӣ натиҷаҳои компютерии варианти якуми ин амсила дар ҳамаи чор ҳолат қобили қабул набудани татбиқшавандагии худро вобаста ба тасвири афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон сохтанд. Қачхаттаи варианти дуюми амсилаи Берталанффи нишон дод, ки раванди вазнгирии мурғи марҷон дорои фазаи муассири афзоиш буда, массаи биологӣ он аз $r_{\text{ў}}$ асимптота ба массаи максималиаш дуруст наздик мешавад. Аз ин $r_{\text{ў}}$, ин варианти амсила ҳамчун афзори устувори таҳқиқотӣ бо қачхаттаи S -шакли асимметрий,

параметрҳои аз ҷиҳати физиологӣ тафсиршаванда ва инъикосгари амиқи маълумоти таҷрибавӣ ҳамчун яке аз амсилаҳои рақобатпазир ба қайд гирифта шудааст.

Дар навбати сеюм имконоти татбиқшавандагии ду амсилаи математикии маъруф (Бричес ва Пюттер) мавриди санҷиш қарор дода шудааст. Амсилаи Бричес дар ду вариант санҷида шудааст: иқтибосӣ ва такмилёфта. Таҳлилҳои математикию биологӣ дар сохтори варианти иқтибосии амсилаи Бричес баъзе ночуриҳои математикиро ошкор сохта, оид ба татбиқнашавандагии он хулоса пешниҳод намуданд. Варианти такмилёфтаи амсилаи Бричес бошад, ба истиснои надоштани хосияти чандирӣ, ҳамчун афзори мувофиқи таҳқиқотӣ шинохта шудааст.

Аммо таҳлилҳои қиёсӣ собит сохтанд, ки амсилаи математикии Пюттер, ҳамчун афзори таҳқиқотии мукамалтарин, раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро дар тамоми зинаҳои марҳилаи парвариш куллан дуруст инъикос менамояд. Параметрҳои амсила дорои маънои дурусти физиологӣ буда, мувофиқати визуалӣ ва биологӣ маълумоти таҷрибавиро дар дараҷаи баланд инъикос карда метавонанд. Бинобар ин, амсилаи Пюттер ба сифати амсилаи оптималии таҳқиқотӣ қабул карда шудааст.

БОБИ 4. БАҲИСОБГИРИИ ОМИЛҲОИ ТАЪСИРРАСОНИ ТАБИИЮ ИҚЛИМӢ ДАР АМСИЛАИ ОПТИМАЛИИ КОМПЮТЕРИИ СИКЛИ ПУРРАИ ҲАЁТИ МУРҒИ МАРЧОН

4.1. Таҳлили қиёсии маҷмуии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияи мурғи марчон бо истифода аз амсилаи оптималӣ

Объекти таҳқиқоти мазкурро усулҳои амсиласозии популятсияҳои мурғони марчони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ ташкил медиҳанд, ки дар кишвари мо нисбат ба дигар зотҳои мурғи марчон маъруфияти бештар пайдо кардаанд. Зотҳои мазкур қариб дар аксар ноҳияҳои ҷумҳурӣ парвариш меёбанд, вале популятсияи онҳоро бештар дар ноҳияҳои Ёвон, Данғара, Ванҷ, Дарвоз ва Рӯдакӣ вохӯрдан мумкин аст. Ин зотҳои мурғи марчон, ки барои шароити табию иқлимии Тоҷикистон кроссҳои сермахсул ба ҳисоб мераванд, дар хоҷагиҳои парандапарварии ноҳияҳои Ёвон ва Данғара ба таври саноатӣ парвариш карда мешаванд.

Мақсади таҳқиқот аз таҳлили қиёсии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти зотҳои зикрфтои мурғи марчон дар ибтидои парвариш, пас аз вусъати суръати афзоиш, пеш аз забҳ (дар синни 120-рӯзагӣ), дар мобайн (210-рӯзагӣ) ва дар интиҳои марҳилаи парвариш (410-рӯзагӣ) бо истифода аз усулҳои амсиласозии математикӣ иборат мебошад.

Тибқи таҳқиқоти мутахассисони соҳа [20] дар хоҷагии парандапарварии ҶДММ «Тоҷгол»-и ноҳияи Ёвон нишондиҳандаҳои истеъмоли ғизо, суръати афзоиш, фоизи солиммонӣ ва вазни зинда дар давраи парвариш ва пеш аз забҳи мурғи марчони зоти сафеди синапахн нисбат ба ҳамин гуна нишондиҳандаҳои навъи маҳаллии ин мурғ бештар мебошад (ҷадвалҳои 1, 5).

Усулҳои таҳқиқот. Дар баргузори таҳқиқоти бахши мазкур низ, ба мисли таҳқиқоти қаблӣ [1-М-8-М], аз усулҳои таҳлили қиёсӣ, амсиласозии математикӣ (амсилаи оптималии Пюттер), инҳирофи стандартӣ, квадратҳои хурдтарин [9-М], барномасозӣ ва коркарди маълумоти таҷрибавӣ [20; 2-М]

истифода шудааст. Маълумоти таҷрибавӣ нишондиҳандаҳои асосии физиологӣ, суръати вазнгирӣ ва истеъмоли ғизои индивидҳои зотҳои таҳқиқотии мурғони марҷонро, ки дар шароити иқлимии кишвар парвариш меёбанд, таҷассум менамоянд.

Амсилаи математикии А. Пюттер [96; 193] барои тасвир ва пешгӯии динамикаи вазни зиндаи индивидҳои мурғони марҷони синфҳои тақсимоти зотҳои таҳқиқотӣ, усули таҳлили қиёсӣ дар арзёбии муқоисавии вазни зиндаи онҳо ва усули инҳирофи стандартӣ зимни андозагирии дараҷаи парокандагии вазни зиндаи онҳо нисбат ба қимати миёнаи вазнашон истифода шудаанд.

Бо истифода аз усули инҳирофи (дурравӣ ё иштибоҳи) меъёрӣ ва муқарраршудаи нишонаҳои физиологӣ мурғони марҷони зотҳои таҳқиқотӣ ба сетогӣ синфи тақсимотӣ (модалӣ M^0 , плюс-вариант M^+ , минус-вариант M^-) чудо карда шудаанд. Дар ибтидо барои ҳар як синфи тақсимотӣ қимати миёнаи вазни зиндаи мурғони марҷон ($\bar{M}$) ва дурравии стандартии қиматҳои фардии онҳо (σ) аз қимати миёна муайян карда шудааст.

Дар муайян сохтани қимати миёнаи вазни зиндаи мурғони марҷони синфи тақсимоти интихобшуда, ба монанди дафъаи қаблӣ [7-М], аз формулаи маъмули зерин истифода шудааст:

$$\bar{M} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N M_i,$$

ки дар ин формула $\bar{M}$ – қимати миёнаи вазни зиндаи кулли мурғони синфи мазкур, N – миқдори умумии мурғони ин синф ва M_i – вазни зиндаи индивиди i -юми синфи мазкурро ифода менамоянд.

Айнан бо ҳамин тарз, барои ҳисобкунии инҳирофи стандартӣ σ низ аз формулаи мувофиқи дигари маъмул истифода шудааст [7-М]:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (M_i - \bar{M})^2}.$$

Ишораҳои $\bar{M}, N, M_i$ ($i = 1, 2, \dots, N$) дар ин ҷо низ аз нав барои ифода кардан ва ҳисобкунии қимати бузургҳои дар формулаи қаблӣ зикршуда истифода шудаанд.

Ба синфи модалӣ M^0 мурғони марҷоне ворид карда шудаанд, ки вазни зиндаи онҳо дар ҳудудҳои $\bar{M} \pm \sigma$ меҳобанд. Мурғони марҷоне, ки нишондиҳандаи вазни зиндаи онҳо аз ин қиматҳо болотар ($\bar{M} + \sigma$) ҷойгир аст, ба синфи плюс-вариант M^+ ва аз онҳо поёнтар ($\bar{M} - \sigma$) ба синфи минус-вариант M^- мансуб доништа шудаанд.

Бояд ин нуқтаро низ дақиқ созем, ки дар тафовут бо тарзи истифодаи усули инҳирофӣ дар муайянкунии сатҳи сертухмии мурғон, дар мавриди мазкур таҳти «усули инҳирофи стандартӣ» тарзи омории андозагирии дараҷаи парокандагии вазни зиндаи мурғони марҷони синфи тақсимоти интиҳобшуда нисбат ба қимати миёнаи вазни зиндаи онҳо фаҳмида мешавад. Дар ин маврид бо ин усул муайян кардан мумкин аст, ки то кадом андоза дар синфи тақсимоти интиҳобшуда вазни зиндаи мурғони марҷон аз ҳамдигар ва аз қимати миёнашон фарқ мекунанд. Ҳар қадар инҳирофи стандартӣ калонтар бошад, ҳамон қадар дараҷаи парокандагии қимати вазнҳои зиндаи мурғони марҷони синфи тақсимоти интиҳобшуда зиёдтар мегардад ва баръакс.

Дар қадами навбатӣ бо истифода аз параметрҳои амсилаи математикии А. Пюттер ва натиҷаҳои амсилаи қонунияти динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғони марҷони синфҳои тақсимоти ҳар як зот ёфта мешаванд. Дар назар аст, ки бо ёрии омушиҳои амсилаи динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро бо дақиқии баланд пешгӯӣ ва хароҷоти молиявӣ хоҷагидории нигоҳубини онро бо саҳеҳии амиқ ҳисоб кардан мумкин аст.

Мо натиҷаҳои компютери таҳқиқоти ҳудро роҷеъ ба нишондиҳандаҳои асосии рушди индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияи ин зотҳои мурғони марҷон бо маълумоти биологии аз сарчашмаҳои гуногун дастрасшуда қиёс намудем, ки бештари онҳо ба хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварии Тоҷикистон марбутанд [20; 11-М].

Амсилаи оптималии Пюттер дар тасвири раванди афзоиши вазни зинда. Тавре медонем, намуди амсилаи Пюттер чунин аст:

$$M(t) = \frac{M_{max}}{1 - \exp[\eta(t + \gamma)^p]},$$

ки «дар ин ҷо $M(t)$ – вазни зиндаи индивиди мурғи марҷони зоти таҳқиқотиро дар лаҳзаи вақти додашудаи парвариш $t \in [t_0; t_{max}]$; $M_{max} = M(t_{max})$ – қимати максималии вазни зиндаи (асимптотай) онро дар интиҳои марҳилаи парвариш $t = t_{max}$ ифода мекунад; η – параметри шиддат ($\eta = 0,0068$) ном дошта, муайян мекунад, ки то кадом андоза қачхаттаи график ба асимптотай вазни зинда наздик мешавад; γ – параметри лағжиши вақтӣ ($\gamma = 0$) ном дошта, имкон медиҳад, ки афзоиши вазни зинда на аз лаҳзаи $t = 0$, балки бо каме дермонӣ амалӣ гардад; p – параметри шакл ($p = 3,21$) ном дорад: дар ҳолати $p = 1$ будан, амсила ба функсияи одии экспоненсиалӣ ва зимни $p > 1$ будан, ба функсияи s-шакл табдил меёбад» [96; 193].

Мо зимни баргузории таҳқиқоти худ барои осонии корбарӣ намуди додашудаи амсилаи А. Пюттерро ба намуди ба он баробарқувва табдил додем: $M(t) = M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t + \gamma)^p])$ (расмҳои 24; 26 қачхаттаи 4; 27). Аз шакли графики функсияи Пюттер визуалӣ дида мешавад, ки қачхаттаи он s-шакл буда, қиматҳои таҷрибавии $M_{max} = 8,98$; $\gamma = 0$; $\eta = 0,0068$; $p = 3,21$ -ро дар масири фосилаи вақти парвариш $1 \leq t \leq 410$ дуруст амсиласозӣ мекунад.

Амсилаи Пюттер дар пешгӯии раванди афзоиши вазни зинда. «Муҳимтарин маънои биологии функсияи Пюттер $M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t + \gamma)^p])$ аз он иборат аст, ки бо гузашти вақти муайян қимати параметри марбут ба вазни зинда M_{max} дар интиҳои марҳилаи парвариш $t = t_{max}$ ба ҳадди аксар (максималӣ, асимптотикӣ)-и имконпазири худ $M_{max} = M(t_{max})$ мерасад, вале ҳеҷ гоҳ аз он гузашта наметавонад» [96].

Дар қадами аввал барои амсилаи Пюттер қимати параметри асимптотикӣ $M_{\infty} = M_{max} = M(t_{410})$ муайян карда мешавад. Дар қадами дуюм мустақиман қимати параметрҳои боқимондаи амсила (η – шиддат, γ –

лағжиши вақтӣ, p – шакл) муайян карда мешаванд. Дарачаи мувофиқати амсила бо воқеият дар асоси таҷрибаҳои компютери баргузоршуда баҳо дода мешавад.

Таҳлили натиҷаҳои таҳқиқот. Барои арзёбии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои мурғони марҷони синфҳои тақсимоии зотҳои додашудаи таҳқиқотӣ (модалӣ M^0 , плюс-вариант M^+ , минус-вариант M^-), дар асоси маълумоти ҷадвали 1.1 ва натиҷаҳои ҳисоббарории бо усули инҳирофи меъёрӣ ҳосилшуда, ҷадвали 4.1 рӯйи кор омадааст. Дар ҷадвали мазкур қимати параметрҳои амсилаи математикии А. Пюттер (η, γ, ρ), қимати вазни зиндаи ҳарду зоти мурғи марҷон (зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ) тибқи синфҳои тақсимоии онҳо (M^0, M^-, M^+) дар ибтидо $M_0 = M(t_1)$, пеш аз забҳ $M(t_{120})$, дар мобайн $M(t_{210})$ ва дар интиҳои марҳилаи парвариш $M_{max} = M(t_{410})$ оварда шудаанд.

Ҷадвали 4.1. Қимати параметрҳои амсилаи Пюттер барои таҳқиқи биомассаи мурғи марҷон

Мурғи марҷон	Синфи тақсимоӣ	Вазни зинда, кг				Параметр		
		$M(t_1)$	$M(t_{120})$	$M(t_{210})$	$M(t_{410})$	η	γ	ρ
Зоти сафеди синапахн	M^-	0,05783	3,91	8,91	8,91	0,0068	0,68	3,21
	M^0	0,05820	4,29	8,98	8,98	0,0068	0,00	3,21
	M^+	0,05857	4,67	9,05	9,05	0,0068	0,66	3,21
Навъи маҳаллӣ	M^-	0,05370	3,67	8,57	9,08	0,0068	0,50	3,21
	M^0	0,05410	3,91	8,65	9,17	0,0068	0,00	3,21
	M^+	0,05450	4,15	8,73	9,26	0,0068	0,48	3,21

Эзоҳ: M^- – аз вазни миёнаи зинда поён; M^0 – дар сатҳи вазни миёнаи зинда; M^+ – аз вазни миёнаи зинда боло

Аз ҷиҳати биологӣ маънидод кардани қимати параметрҳои амсилаи Пюттер: фарқияти байни вазнҳои зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоии популятсияи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн M^0, M^-, M^+ танҳо дар қиматҳои ҳадди максималии массаи биологии онҳо (асимптотаҳо) $M_{max}^0 = 8,98$; $M_{max}^- = 8,91$; $M_{max}^+ = 9,05$ ва дар қиматҳои параметри γ – лағжиши минималии вақтӣ ($\gamma^0 = 0$; $\gamma^- = 0,68$; $\gamma^+ = 0,66$) мушоҳида мешаваду бас. Азбаски шакли қатъаттаи амсилаи Пюттер, дар ин маврид, барои ҳар се

синфи тақсимотӣ якхела аст, пас механизми афзоиши вазни зиндаи ин синфҳои тақсимотӣ низ ($\eta = 0,0068$; $p = 3,21$) якхела мешаванд. Яъне, синфҳои тақсимоти M^- ва M^+ аз синфи тақсимоти M^0 танҳо бо имконоти потенциалӣ ва массаи ибтидоии индивидҳои худ фарқ мекунанд [$M^0(t_0) = 0,05820$; $M^-(t_0) = 0,05783$; $M^+(t_0) = 0,05857$] (ҷадвали 4.1), на бо имконоти кинетикишон [4-М].

Фарқияти байни қиматҳои аввалаи вазнҳои зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти мурғи марҷони зоти сафеди синапахн [$M^0(t_0), M^-(t_0), M^+(t_0)$]-ро дар муайянкунии қимати параметри лағжиши вақтӣ γ истифода мебарем. Яъне, қимати параметри γ аз рӯйи шarti

$$M(t_0) = M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t_0 + \gamma)^p])$$

муайян карда мешавад:

$$[\eta(t_0 + \gamma)]^p = -\ln \left[1 - \frac{M(t_0)}{M_{max}} \right], \gamma = \frac{1}{\eta} \left[-\ln \left(1 - \frac{M(t_0)}{M_{max}} \right) \right]^{\frac{1}{p}} - t_0.$$

Барои синфи тақсимоти M^- :

$$\frac{M^-(t_0)}{M_{max}^-} = \frac{0,05783}{8,91} = 0,00649; \quad -\ln(1 - 0,00649) = 0,00651;$$

$$\gamma^- = \frac{0,00651^{\frac{1}{3,21}}}{0,0068} - 1 \approx 0,68.$$

Барои синфи тақсимоти M^+ :

$$\frac{M^+(t_0)}{M_{max}^+} = \frac{0,05857}{9,05} = 0,00647; \quad -\ln(1 - 0,00647) = 0,00649;$$

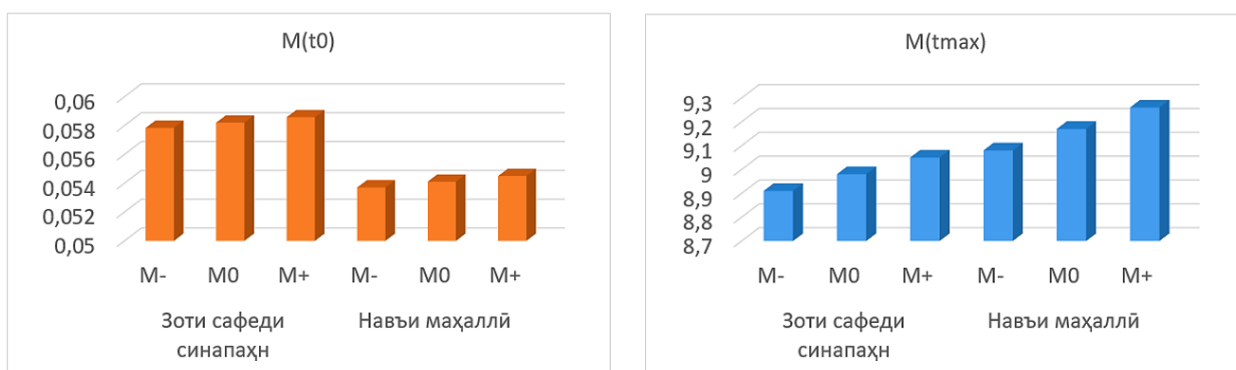
$$\gamma^+ = \frac{0,00649^{\frac{1}{3,21}}}{0,0068} - 1 \approx 0,66.$$

Қиматҳои мувофиқи параметрҳои дар ҷадвали 4.1 овардашудаи амсилаи Пюттер барои вазнҳои зиндаи ибтидоӣ $M^0(t_0) = 0,0541$; $M^-(t_0) = 0,0537$;

$M^+(t_0) = 0,0545$ ва интиҳои индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ $M_{max}^0 = 9,17$; $M_{max}^- =$

9,08; $M_{max}^+ = 9,26$ дар фосилаи вақти парвариш $1 \leq t \leq 410$ айнан аз рӯйи алгоритми ҳисобкунии қимати ҳамин параметрҳо барои мурғи марҷони зоти сафеди синапахн ба роҳ монда шуда, аз ҷиҳати биологӣ чунин маънидод карда мешаванд: қачхаттаҳои ҳар се синфи тақсимотӣ шакли якхелаи афзоиши вазни зинда доранд; тафовути онҳо асосан дар массаҳои биологӣ асимптотикӣ $M_{max}^0, M_{max}^-, M_{max}^+$ ва дар оғози минималии лағжиши вақтии афзоиши вазни зинда $\gamma^0, \gamma^-, \gamma^+$ дида мешавад; синфи тақсимоти M^+ афзоишро нисбат ба синфи тақсимоти M^0 каме барвақттар, синфи тақсимоти M^- – каме дертар оғоз мекунад.

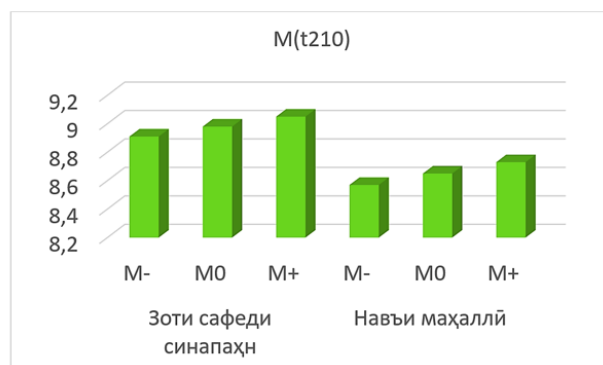
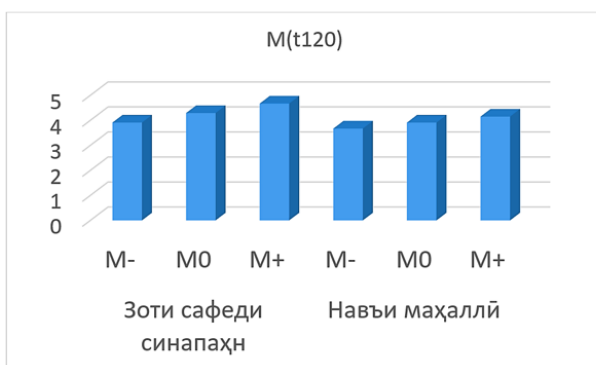
Дар расми 4.1 диаграммаи вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти ҳарду навъи мурғи марҷон (kg) дар ибтидо ва интиҳои марҳилаи парвариш муаррифӣ гардидааст.



Расми 4.1. Диаграммаи вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти ҳарду навъи мурғи марҷон (kg): аз чап, дар ибтидои марҳилаи парвариш; аз рост, дар интиҳои марҳилаи парвариш

Дар расми 4.2 бошад, ҳамин гуна диаграмма барои қиёси вазнҳои зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ (kg) пеш аз забҳи онҳо (дар синни 120-рӯзагӣ) ва дар мобайни марҳилаи парвариш (дар синни 210-рӯзагӣ) рӯнамоӣ шудааст.

Дар ҷараёни таҳқиқот мо аз таҷрибаи амсиласозии худ ва муҳаққиқони дигар [54-62; 102] ва инчунин аз шартҳои зерини арзёбии муқоисавӣ истифода бурдем, ки тавассути онҳо ба имконоти таҳлилии амсилаи Пюттер дар тавсифи амиқи динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғони марҷони зот ва синфҳои тақсимотӣ баҳогузорӣ кардан мумкин аст:



Расми 4.2. Диаграммаи вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимотии ҳарду навъи мурғи марҷон (кг): аз чап, пеш аз забҳ (синни 120-рӯзагӣ); аз рост, дар мобайни марҳилаи парвариш (синни 210-рӯзагӣ)

1. Амсилаи Пюттер дар кадом сатҳ тасвир, тавсиф ва таҳлили динамикаи синнусолии афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро анҷом дода метавонад?

2. Кадом параметрҳои амсилаи Пюттер барои дар байни зотҳои мурғи марҷон фарқ гузоштан масъуланд?

3. Кадом параметри амсилаи Пюттер дар байни синфҳои тақсимотии зотҳои мурғи марҷон аз рӯи вазни зинда беҳтар фарқ мегузорад?

Таҳлили натиҷаҳои ҷадвали 4.1 ва диаграммаҳои болоӣ нишон медиҳад, ки мувофиқати амсилаи Пюттер бо воқеияти мурғимарҷонпарварӣ бисёр олӣ мебошад. Параметрҳои амсила дараҷаи баландтарини тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷонро таъмин карда метавонанд. Мувофиқати амсила аз нигоҳи синфҳои тақсимотии зотҳои додасудайи мурғи марҷон низ дар доираи нишондиҳандаҳои баланд қарор дорад.

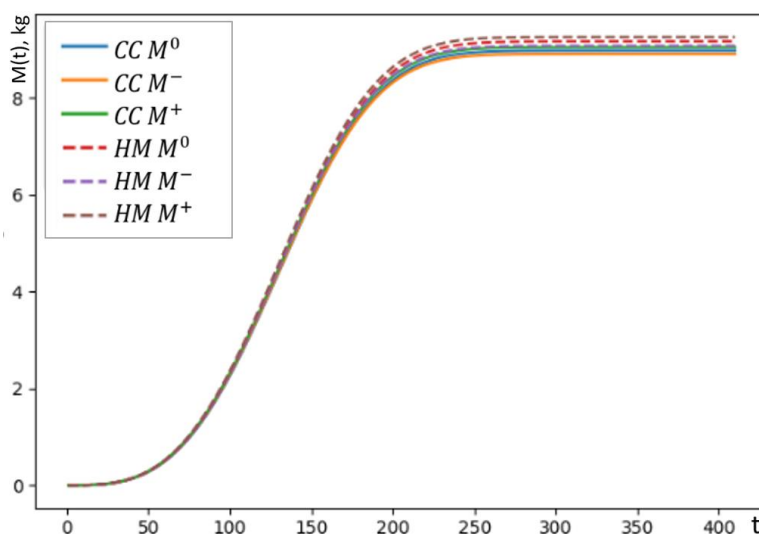
Байни зотҳои мурғи марҷон ва синфҳои тақсимотии онҳо баъзе фарқиятҳо вобаста ба қиматҳои асимптотикӣ (M_{max}) ба қайд гирифта шудаанд: қиматҳои асимптотикии мурғи марҷони зоти сафеди синапахн нисбат ба қиматҳои асимптотикии популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ пасттаранд. Тафовутҳои тақрибан шабеҳи ҳамдигари байни ин ду зоти мурғи марҷон нисбат ба қиматҳои параметри γ (параметри лағжиши вақтии амсила) низ ба қайд гирифта шудаанд. Тафовутҳои мазкурӣ динамикии афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимотии зотҳои

таҳқиқоти мурғи марчонро дар тасвири графیکی расми 4.3 мушоҳида кардан мумкин аст.

Қаҷхаттаҳои қиёсии амсилаи математикии Пюттер $M(t) = M_{max} \cdot (1 - \exp[-\eta(t + \gamma)^p])$ дар фосилаи вақти марҳилаи парвариш $1 \leq t \leq 410$ барои тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои ҳар се синфи тақсимоти M^0, M^-, M^+ мурғони марҷони зоти сафеди синапахн (СС – хатҳои пайваста) ва популятсияи навъи маҳаллӣ (НМ – хатҳои шикаста, расми 4.3) барои муаррифии қиматҳои зерини параметрҳои амсила инъикос ёфтаанд:

- зоти сафеди синапахн: $\eta = 0,0068; p = 3,21; \gamma^0 = 0; \gamma^- = 0,68; \gamma^+ = 0,66; M^0(t_0) = 0,05820; M^-(t_0) = 0,05783; M^+(t_0) = 0,05857; M_{max}^0 = 8,98; M_{max}^- = 8,91; M_{max}^+ = 9,05;$

- популятсияи навъи маҳаллӣ: $\eta = 0,0068; p = 3,21; \gamma^0 = 0; \gamma^- = 0,50; \gamma^+ = 0,48; M^0(t_0) = 0,0541; M^-(t_0) = 0,0537; M^+(t_0) = 0,0545; M_{max}^0 = 9,17; M_{max}^- = 9,08; M_{max}^+ = 9,26.$



Расми 4.3. Қаҷхаттаҳои қиёсии амсилаи Пюттер барои тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти мурғони марҷони зоти сафеди синапахн (СС) ва популятсияи навъи маҳаллӣ (НМ)

Аз тарҳи визуалии қаҷхаттаҳои қиёсии амсилаи математикии Пюттер возеҳ дида мешавад, ки шакли ҳамаи онҳо (6-то) ба ҳамдигар монанд мебошанд. Азбаски қимати параметрҳои η ва p барои ҳар се синфи тақсимоти зотҳои таҳқиқоти мурғи марҷон якхелаанд, графיקи онҳо низ, мувофиқан, якхелаи s-шакли классикӣ буда, дорои фазаҳои барҷастаи

афзоиши суръатнок ($\approx 80-180$ шабонарӯз) мебошанд ва тақрибан пас аз 230-260 шабонарӯз ба ҳадди максималии вазни зиндаи худ $M_{max} = M_{\infty}$ наздик мешаванд.

Тамоюли афзоиши дохилии вазни зинда дар байни индивидҳои синфҳои тақсимоти мурғи марҷон барои M^- ҳамеша сушт, барои M^0 – миёна ва барои M^+ – зуд мебошад. Ин тафовут зимни наздик шудан ба фазаи сершавии физиологӣ боз ҳам шадидтар мегардад.

Қиёси қачхаттаҳои динамикаи афзоиши вазни зиндаи байни зотҳои таҳқиқотии мурғони марҷон нишон дод, ки гарчанде популятсияи навъи маҳаллӣ нисбат ба зоти сафеди синапахн дар марҳилаҳои гуногуни парвариш нишондиҳандаҳои пасттарро нишон дода бошад ҳам, дар марҳилаҳои пас аз мобайнӣ ва ниҳии парвариш ин нишондиҳандаҳо, баръакс, каме боло рафтаанд: $M_{HM}^0(t_{120}) = 3,91 \text{ кг} \rightarrow M_{HM}^0(t_{210}) = 8,65 \text{ кг} \rightarrow M_{HM}^0(t_{410}) = 9,17 \text{ кг}$.

Вазни зиндаи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн (дар мисоли синфи тақсимоти модалӣ) дар интиҳои марҳилаи парвариш дар сатҳи вазни марҳилаи қаблии мобайнӣ боқӣ мондааст: $M_{CC}^0(t_{120}) = 4,29 \text{ кг} \rightarrow M_{CC}^0(t_{210}) = 8,98 \text{ кг} \rightarrow M_{CC}^0(t_{410}) = 8,98 \text{ кг}$.

Аз натиҷаҳои таҳқиқотӣ бармеояд, ки азбаски индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ дорои асимптотаҳои баландтар мебошанд, бинобар ин, дар интиҳои марҳилаи парвариш соҳиби массаи биологӣ каме калонтар гаштаанд. Ин вачхро дар графикаи функсия мавқеи ишғолнамудаи қачхаттаҳои он низ тасдиқ менамоянд, ки онҳо аз қачхаттаҳои мурғи марҷони зоти сафеди синапахн каме болотар ҷойгир шудаанд.

Манзараи мазкур пурра ба потенциали генетикии зотҳои таҳқиқотии мурғи марҷон ва вазни зиндаи ниҳии онҳо мувофиқ мебошад. Амсилаи Пюттер бо параметрҳои $\eta = 0,0068$ ва $p = 3,21$ динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғони марҷони ҳарду популятсияро дуруст тасвир мекунад.

Тафовути байни синфҳои тақсимоии популятсияҳои мурғи марчон тавассути параметрҳои γ ва M_{max} инъикос меёбад.

Ҳисоббарориҳои компютерӣ нишон доданд, ки барои пешбурди корҳои селекционӣ индивидҳои синфи тақсимоии M^+ популятсияи мурғи марчони навъи маҳаллӣ аз ҳама умедбахш мебошанд. Зеро онҳо дорои вазни зиндаи потенциалии калонтарин мебошанд.

Ҳамин тариқ, таҳқиқоти ин бахш ба таҳлили қиёсии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоии популятсияҳои мурғони марчони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ бахшида шудааст.

Талилҳо собит сохтанд, ки бо сабаби асимптотаҳои баландтари вазнӣ доштани индивидҳои синфҳои тақсимоии популятсияи мурғи марчони навъи маҳаллӣ, онҳо дар интиҳои марҳилаи парвариш нисбат ба мурғи марчони зоти сафеди синапахн нишондиҳандаҳои баландтари вазнӣ нишон доданд.

Ҳисоббарориҳои компютерӣ муайян карданд, ки барои пешбурди корҳои селекционӣ индивидҳои синфи тақсимоии M^+ популятсияи мурғи марчони навъи маҳаллӣ мувофиқтаранд.

4.2. Амсиласозии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон зери таъсири омилҳои экотехнологӣ

Барои ташкили динамикаи оптималии афзоиши вазни зиндаи мурғи марчони дар муҳити хоҷагии парандапарварӣ парваришёбанда ба ғайр риояи қатъии речаҳои ғизохӯрӣ ва обнӯшии парандагон, инчунин таъсири омилҳои экотехнологиро ба танзим овардан зарур аст. Ба омилҳои асосии таъсиррасони экотехнологӣ оби нӯшокӣ, ҳарорати ҳаво, намнокӣ ва дараҷаи рӯшноии дохили бинои мурғпарварӣ дохил мешаванд. Мо дар асоси маълумоти аз нав коркардшудаи ҷадвалҳои 1-5 [1-М-17-М] ва меъёрҳои ташкилу танзими ғизо, оби нӯшокӣ, ҳарорати ҳаво, намнокӣ ва рӯшноии дохили бинои мурғимарчонпарвари аз адабиёти соҳавӣ [2; 4-5; 167] дастраснамуда, ҷадвали нави натиҷавӣ (ҷадвали 4.2)-ро рӯйи кор овардем.

Чадвали 4.2. Нишондиҳандаҳои биологӣ мурғи марҷон вобаста ба зот ва синфҳои тақсимотӣ (коркарди муаллиф)

Мурғи марҷон	Синфи тақсимотӣ	Вазни зинда, кг						
		M_1	M_{28}	M_{56}	M_{84}	M_{120}	M_{210}	M_{410}
Зоти сафеди синапахн	M^-	0,05783	0,3969	1,2379	2,3612	3,91	8,91	8,91
	M^0	0,05820	0,4004	1,2510	2,3880	4,29	8,98	8,98
	M^+	0,05857	0,4039	1,2641	2,4148	4,67	9,05	9,05
Солиммонии СС (%)		95	94	92	90	89	98	98
Тухмнокии СС, дона		-	-	-	-	-	73,1	73,1
Ғизои СС (Q, кг/шб)		0,0096	0,0097-0,0600	0,0601-0,1321	0,133-0,183	0,184-0,267	0,267-0,271	0,271-0,272
Навъи маҳаллӣ	M^-	0,05370	0,3922	1,1327	1,9956	3,67	8,57	9,08
	M^0	0,05410	0,3948	1,1450	2,0240	3,91	8,65	9,17
	M^+	0,05450	0,3974	1,1573	2,0524	4,15	8,73	9,26
Солиммонии НМ (%)		94	93	92	92	92	100	98
Тухмнокии НМ, дона		-	-	-	-	-	66,2	66,2
Ғизои НМ (Q, кг/шб)		0,0093	0,0094-0,0571	0,0572-0,1286	0,129-0,173	0,174-0,253	0,254-0,256	0,256-0,257
Меъёрҳои умумии истифодаи об ва омилҳои таъсиррасон								
Об (W, л/шб)		0,05	0,05-0,24	0,24-0,55	0,55-0,79	0,79-0,94	0,94-1,02	1,02-1,12
Ҳарорат (T, °C)		40	39-24	23-19	18-17	17	16	16
Намнокӣ (H, %)		73	72-70	69-60	69-60	69-60	69-60	69-60
Рӯшноӣ (L, люкс)		50	20-18	17-15	14-10	9-6	5-2	5-2

Барои дараҷаи таъсири омилҳои табиӣ (расмҳои 8-9) [102; 10-M; 13-M] ва оби ошомиданиро вобаста ба вазни зиндаи мурғи марҷон ба танзим овардан ва ин вобастагӣҳоро дар шаклҳои графикӣ ва формулавӣ тасвир намудан, мо маълумоти чадвали 4.2-ро барои индивидҳои синфҳои тақсимотии модалити ҳарду зоти мурғи марҷон мушаххас гардонидем (чадвали 4.3).

Дар асоси динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивиди синфи тақсимотии модалити мурғи марҷони зоти сафеди синапахн ($M(t)$, кг) барои марҳилаҳои гуногуни вақти парвариш (чадвали 4.3), вобастагӣҳои таъсири омилҳои муҳити зист (ҳарорат – $T(M(t))$, °C; намнокӣ – $H(M(t))$, %; рӯшноӣ – $L(M(t))$, люкс) ва оби нӯшокӣ – $W(M(t))$ (л/шб) $t \in [t_0; t_{410}]$ аз вазни зиндаи индивид бо истифода аз забони барномасозии Python дар шакли

графикӣ муайян карда шудаанд. Натиҷаҳои компютерӣ дар расми 4.4 инъикос ёфтаанд.

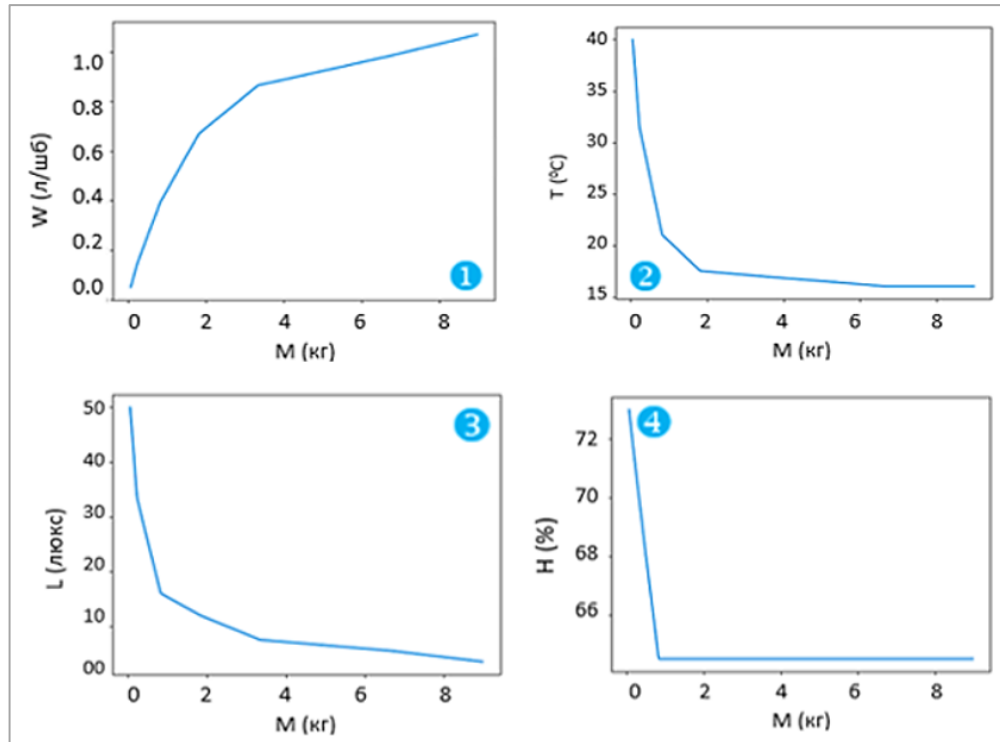
Ҷадвали 4.3. Динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоии модалии ҳарду зоти мурғи марҷон (СС, NM) дар марҳилаҳои парвариш вобаста ба таъсири омилҳои табиӣ, ғизо ва оби нӯшокӣ (коркарди муаллиф)

Зот	Марҳила (<i>p</i> ӯҳҳо)	Вазни зинда M (кг)	Истеъмоли ғизо U (кг/ <i>шб</i>)	Эҳтимолияти солиммонӣ ϕ	Истеъмоли об W (л/ <i>шб</i>)	Дараҷаи харорат T (°C)	Сатҳи намнокӣ H	Шиддати рушнӣ L (люкс)
Сафеди синапахн (СС)	1-28	0,0582-0,4004	0,0096-0,0600	0,95-0,94	0,05-0,24	40-24	0,73-0,70	50-18
	29-56	0,4005-1,251	0,0601-0,1321	0,93-0,92	0,24-0,55	23-19	0,69-0,60	17-15
	57-84	1,252-2,388	0,133-0,183	0,91-0,90	0,55-0,79	18-17	0,69-0,60	14-10
	85-120	2,389-4,290	0,184-0,267	0,90-0,89	0,79-0,94	17	0,69-0,60	9-6
	121-210	4,291-8,980	0,267-0,271	0,90-0,98	0,94-1,02	16	0,69-0,60	6-5
	211-410	8,981-8,982	0,271-0,272	0,98	1,02-1,12	16	0,69-0,60	5-2
Навъи маҳаллӣ (NM)	1-28	0,0541-0,3948	0,0093-0,0571	0,94-0,93	0,05-0,24	40-24	0,73-0,70	50-18
	29-56	0,3949-1,145	0,0572-0,1286	0,93-0,92	0,24-0,55	23-19	0,69-0,60	17-15
	57-84	1,146-2,024	0,129-0,173	0,92	0,55-0,79	18-17	0,69-0,60	14-10
	85-120	2,025-3,91	0,174-0,253	0,92	0,79-0,94	17	0,69-0,60	9-6
	121-210	3,92-8,65	0,254-0,256	0,93-0,99	0,94-1,02	16	0,69-0,60	6-5
	211-410	8,66-9,17	0,256-0,257	0,99-0,98	1,02-1,12	16	0,69-0,60	5-2

Дар робита ба шакли қачхаттаҳои ҳосилшуда (расми 4.4), мувофиқан функцияҳои қисман хаттии математикӣ сохта шудаанд [30; 58; 77; 193]:

1. Микдори оби нӯшокӣ [$W(M(t))$, л/*шб*] бо афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон зиёд карда мешавад:

$$W(M) = \begin{cases} 0,557M + 0,017, \text{ агар } 0,0583 \leq M \leq 0,4004 \\ 0,364M + 0,094, \text{ агар } 0,4005 \leq M \leq 1,2510 \\ 0,211M + 0,286, \text{ агар } 1,2520 \leq M \leq 2,3880 \\ 0,079M + 0,601, \text{ агар } 2,3890 \leq M \leq 4,2900 \\ 0,017M + 0,867, \text{ агар } 4,2910 \leq M \leq 8,9800; \end{cases}$$



Расми 4.4. Графикҳои вобастагии омилҳои экотехнологӣ аз вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон: 1-оби нӯшокӣ, 2-ҳарорат, 3-рӯшноӣ, 4-намнокӣ

2. Дарачаи ҳарорати ҳавои дохили бинои мурғпарварӣ $[T(M(t)), ^\circ\text{C}]$ зимни афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон паст карда мешавад (вобастагии баръакс):

$$T(M) = \begin{cases} -43,85M + 41,56, \text{ агар } 0,0583 \leq M \leq 0,4004 \\ -4,70M + 24,88, \text{ агар } 0,4005 \leq M \leq 1,2510 \\ -0,88M + 19,10, \text{ агар } 1,2520 \leq M \leq 2,3880 \\ 17, & \text{агар } 2,3890 \leq M \leq 4,2900 \\ 16, & \text{агар } 4,2910 \leq M \leq 8,9800; \end{cases}$$

3. Сатҳи намнокии ҳавои дохили бинои мурғпарварӣ $[H(M(t)), \%]$ дар марҳилаҳои аввали парвариши мурғи марҷон паст карда шуда, дар марҳилаҳои миёна ва охир дар ҳудуди $\sim 60\text{-}70\%$ (ё намнокии миёна $\sim 65\%$ ($\sim 0,65$)) устуворона доимӣ нигоҳ дошта мешавад:

$$H(M) = \begin{cases} -0,087M + 0,730, & \text{агар } 0,0583 \leq M \leq 0,4004 \\ -0,106M + 0,732, & \text{агар } 0,4005 \leq M \leq 1,2510 \\ 0,60, & \text{агар } 1,2511 \leq M \leq 8,982; \end{cases}$$

4. Шиддати рӯшноии дохили бинои мурғпарварӣ [$L(M(t))$, люкс] тибқи суръати афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон ба танзим оварда мешавад:

$$L(M) = \begin{cases} -90,62M + 54,28, & \text{агар } 0,0583 \leq M \leq 0,4004 \\ -2,35M + 17,94, & \text{агар } 0,4005 \leq M \leq 1,2510 \\ -3,52M + 18,41, & \text{агар } 1,2520 \leq M \leq 2,3880 \\ -1,58M + 12,77, & \text{агар } 2,3890 \leq M \leq 4,2900 \\ -0,21M + 6,90, & \text{агар } 4,2910 \leq M \leq 8,9800; \end{cases}$$

5. Суръати истеъмоли ғизои индивиди мурғи марҷон [$U(M(t))$, кг/шб] тибқи ниёзҳои энергетикӣ ва дар робита ба афзоиши вазни зиндаи он дар марҳилаҳои гуногуни ҳаёташ ба танзим оварда мешавад, яъне функсияи мазкур нишон медиҳад, ки ба ҳар як кг вазни иловагӣ чӣ қадар ғизо истеъмол зиёд мешавад:

$$U(M) = \begin{cases} 0,147M + 0,001, & \text{агар } 0,0583 \leq M \leq 0,4004 \\ 0,085M + 0,026, & \text{агар } 0,4005 \leq M \leq 1,2510 \\ 0,044M + 0,078, & \text{агар } 1,2520 \leq M \leq 2,3880 \\ 0,043M + 0,081, & \text{агар } 2,3890 \leq M \leq 4,2900 \\ 0,001M + 0,263, & \text{агар } 4,2910 \leq M \leq 8,9800; \end{cases}$$

6. Нишондиҳандаи солиммонӣ [$\omega(M(t))$, %] фоизи зиндамонии индивидҳои мурғи марҷонро дар марҳилаҳои гуногуни ҳаёти онҳо вобаста ба афзоиши вазнашон ифода мекунад, яъне функсияи мазкур нишон медиҳад, ки дар кадом марҳилаи вазнафзункунӣ солиммонии паранда паст мешавад ва кай боз устувор мегардад:

$$\omega(M) = \begin{cases} -0,029M + 0,95, & \text{агар } 0,0583 \leq M \leq 0,4004 \\ -0,012M + 0,94, & \text{агар } 0,4005 \leq M \leq 1,2510 \\ -0,009M + 0,93, & \text{агар } 1,2520 \leq M \leq 2,3880 \\ -0,005M + 0,91, & \text{агар } 2,3890 \leq M \leq 4,2900 \\ 0,017M + 0,82, & \text{агар } 4,2910 \leq M \leq 8,9800. \end{cases}$$

Функсияҳои қисман хаттии баррасишуда аз ҷиҳати ҳисоббарорӣ сода буда, имкон медиҳанд, ки шароити нигоҳдории мурғи марҷон дар мурғхонаҳои хоҷагиҳои парандапарварӣ оптималӣ гардонида шавад.

Ҳангоми муайянкунии меъёрҳои ғизодиҳӣ бошад, барои парандагон микроиклими мусоиди зист тарҳрезӣ карда шуда, назорати он автоматӣ гардонида мешавад.

Инчунин, бо истифода аз натиҷаҳои компютери дар расми 4.4 инъикосёфта, усули регрессияи хаттӣ ва интерполятсияи хаттии нуқтаҳои эксперименталии ҷадвали 4.3 барои функцияҳои $W(M)$, $T(M)$, $H(M)$, $L(M)$ ифодаҳои математикии бефосилаи аппроксиматсияшудаи мувофиқ сохта шудаанд, ки вобастагии омилҳои мазкурро аз вазни зиндаи мурғи марҷон ифода менамоянд:

a) $W(M) = 0,12M + 0,05$ (тасири зиёдшавии обнушии индивиди мурғи марҷон вобаста ба нишондиҳандаи вазни зиндааш);

b) $T(M) = 40 \cdot e^{-0,1M}$ (тасири поёнравии нишондиҳандаи ҳарорати дохили бинои мурғпарварӣ бо афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон);

c) $H(M) = 0,72 - 0,014 \cdot M$ (тасири танзими намии дохили бинои мурғпарварӣ вобаста ба нишондиҳандаи вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон);

d) $L(M) = 50 \cdot e^{-0,35M}$ (тасири камшавии шиддати рӯшноии дохили бинои мурғпарварӣ бо афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон).

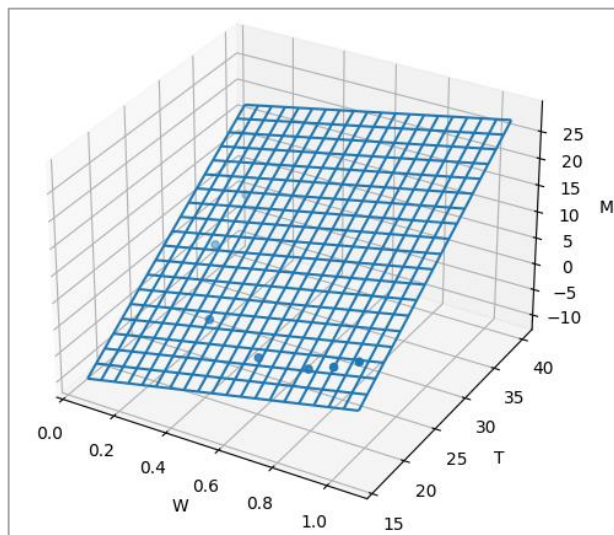
Дар қадами навбатии таҳқиқот аз рӯйи қиматҳои миёнаи маълумоти ҷадвалии марҳилаҳои парвариши мурғи марҷон (ҷадвали 4.3) амсилаи регрессияи мултихаттии маҷмуии вазни зиндаи индивиди мурғ $M(W, T, H, L)$ дар робита ба таъсири омилҳои экотехнологӣ сохта шудааст:

$$M(W, T, H, L) = \beta_0 + \beta_1 W + \beta_2 T + \beta_3 H + \beta_4 L.$$

Амсилаи мазкур вобастагии баръакси байни омилҳои таъсиррасони экотехнологии об, ҳарорат, намӣ, рӯшноӣ ва вазни зиндаи индивиди мурғи марҷонро муайян мекунад, яъне он ба саволи «Чӣ гуна омилҳои мазкур ба ташаккулёбии вазни зидаи индивид таъсир мерасонанд?» ҷавоб пешниҳод мекунад. Дар робита ба ин, бо истифода аз усули квадратҳои хурдтарин қиматҳои тақрибии коэффитсиентҳои амсилаи регрессионӣ ёфта шудаанд:

$$M(W, T, H, L) \approx 15,6 + 12,45 \cdot W - 0,28 \cdot T - 0,15 \cdot H - 0,08 \cdot L.$$

Дар расми 4.5 тасвири 3D-графики амсилаи регрессияи мултихаттии маҷмуии вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон бо назардошти таъсири омилҳои экотехнологӣ (дар ҳамвории регрессия) барои қиматҳои миёнаи омилҳои таъсиррасони намнокӣ H ва рӯшноӣ L сохта шудааст.



Расми 4.5. 3D-графики амсилаи регрессияи мултихаттии маҷмуии вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон вобаста ба таъсири омилҳои экотехнологӣ

Аз таҳлили иттилооти 3D-графики амсилаи регрессия (расми 4.5) маълум мешавад, ки омилҳои асосии ба афзоиши вазни зиндаи индивиди мурғи марҷон таъсиркунанда ин омилҳои экотехнологии об W будааст. Зеро бо зиёд шудани истеъмоли об, вазни зиндаи мурғи марҷон ба таври экспоненсиалӣ боло меравад.

Ҳарорати ҳавои дохили бинои мурғпарварӣ T низ яке аз омилҳои марказии ба афзоиши вазни зиндаи индивид таъсиркунанда ба ҳисоб меравад. Таҳлили иттилооти графикӣ нишон медиҳад, ки вазни зиндаи максималӣ ($M \approx 9$ кг) дар ҳароратҳои нисбатан паст ($16-17^{\circ}\text{C}$) ба даст оварда мешавад, ки ин бо хусусиятҳои физиологӣ мурғи марҷони калонсол комилан мувофиқ аст.

Дар баробари ин, азбаски вобастагҳои омилҳои таъсиррасони табиӣ аз вазни зинда ($M(t)$), маъмулан, бештар характери экспоненсиалӣ ё логарифмӣ доранд, бинобар ин, дар сохтани ифодаҳои дақиқтари математикӣ мо аз

усули регрессияи ғайрихаттӣ низ истифода бурдем. Дар ин маврид, амсилаҳои ҳосилшуда динамикаи биологии афзоиши вазни мурғи марҷонро нисбат ба амсилаҳои хаттӣ дақиқтар инъикос мекунанд.

Бо назардошти маълумоти эксперименталии ҷадвали 4.3 барои функцияҳои таъсиррасонифодаҳои математикии зерин сохта шудаанд:

a) $W(M) = 0,05 + 0,21 \cdot \ln(M + 1)$. Амсилаи логарифмӣ барои он мавриди истифода қарор гирифтааст, ки бо афзоиши вазни зинда истеъмоли об аз ҷониби индивиди мурғи марҷон суръат гирифта, сипас ба ҳолати статсионарӣ наздик мешавад: зимни $M=0,0582 \Rightarrow W \approx 0,05$; зимни $M=8,98 \Rightarrow W \approx 1,12$;

b) $T(M) = 16 + 24 \cdot e^{-0,85M}$. Барои тасвири омили ҳарорат амсилаи экспоненсиалии камшаванда (адади 16 – нишондиҳандаи ҳарорати минималии технологӣ, 24 – амплитудай тағйирёбии ҳарорат) барои он мавриди истифода қарор дода шудааст, ки бо афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон дараҷаи ҳарорати дохили бинои мурғпарвариро ба таври экспоненсиалӣ поён бурдан лозим аст, то ки мубодилаи гармӣ ба танзим оварда шавад. Формулаи мазкур талаботи биологии аз 40°C то 16°C паст кардани ҳарорати ҳавои дохили бинои мурғхонаро дар масири марҳилҳои парвариши мурғи марҷон дақиқан иҷро карда метавонад;

c) $H(M) = 0,72 \cdot e^{-0,015M}$. Барои танзими сатҳи намнокии дохили бинои мурғпарварӣ амсилаи экспоненсиалӣ мавриди истифода қарор гирифтааст, зеро тибқи маълумоти ҷадвалӣ дар вазни $M = 0,05$ кг намнокӣ $H = 0,73$ ва дар вазни $M = 9,0$ кг намнокӣ $H = 0,65$ (қимати миёна) аст. Яъне ҳудуди тағйирёбии сатҳи намнокӣ дар ҷадвали 4.3 бисёр хурд ($73\% \rightarrow 60\%$ ё $0,73 \rightarrow 0,60$) нишон дода шудааст. Амсилаи мазкур камшавии тадриҷиро аз 73% намӣ, дар рӯзҳои аввал, то 60%, дар марҳилаи ниҳоии парвариш таъмин намуда, имкон медиҳад, ки он дар ҳудуди 60-61% устувор гардонида шавад;

d) $L(M) = 2 + 48 \cdot e^{-1,2M}$. Барои тасвири омили рӯшноӣ аз ҳама беҳтар амсилаи экспоненсиалӣ мувофиқ аст. Зеро рӯшноӣ омили бисёр ҳассос буда, пастшавии дараҷаи шиддати он ба кам гаштани стресси паранда боис

мегардад. Тавре аз маълумоти чадвали 4.3 дида мешавад, нишондиҳандаҳои омили рӯшноӣ аз ҳама бештар (аз 50 то 2 люкс) тағйир меёбанд. Формулаи мазкур бошад, ин тамоюлро дақиқ инъикос карда, камшавии шиддати рӯшноиро дар марҳилаи $M > 4$ кг будан, то ҳадди ақали технологӣ таъмин карда метавонад.

e) $U(M) = -0,0028 \cdot M^2 + 0,064 \cdot M + 0,015$. Функцияи регрессионии мазкур бо истифода аз қиматҳои миёнаи вазни зинда (M) ва ғизои истеъмоли (U) сохта шудааст. Дар ин ҳолат $R^2 \approx 0,98$ аст, ки ин нишондиҳандаи баланди дақиқият ва мувофиқати ифодаи математикии мазкурро нишон медиҳад.

f) $\omega(M) = \frac{M}{M_{max}}$. Барои он ки амсила афзоиши вазни зиндаи мурғи марчонро то 9 кг таъмин карда тавонад, функцияи солиммонӣ $\omega(M)$ бояд раванди камолоти парандаро инъикос кунад. Ин имкон медиҳад, ки қисми $[1 - \omega(M)]$ -и муодилаи дифференциалӣ дар вазнҳои хурд ба 1 наздик шавад (афзоиши максималӣ) ва дар вазни ниҳой ба 0 баробар бошад (қатъи афзоиш).

Маҳз ҳамин функцияҳо барои истифода дар системаи муодилаҳои дифференсиалии одӣ (ҳисобкунии суръати афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон) тавсия дода мешаванд, чунки онҳо ҳудудҳои воқеии тағйирёбии омилҳои табииро дуруст тасвир намуда, барои корбарӣ бо усули Рунге-Кутта устувор мебошанд.

Аз таҳлилҳои иттилооти графикӣ ва формулавӣ аён гардид, ки афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон (M) аз миқдор ва сифати омили марказии таъсиррасон – оби ошомиданӣ (W) саҳт вобаста мебошад. Дар радифи омили об, ҳарорати ҳавои дохили мурғхона (T) ба сифати омили калидии дуҷуми таъсиркунандаи система пазируфта шудааст. Зеро динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон ба дараҷаи тағйирёбии ҳарорат алоқамандии мустақим дорад. Баландии шиддати рӯшноӣ (L) бошад, ба коҳишёбии раванди вазнафзункунии мурғи марчон боис мегардад, ки аз аҳамияти беандоза

калони нишондиҳандаҳои оптималии омили рӯшноӣ дарак медиҳад. Ташкил ва нигоҳ доштани сатҳи оптималии намнокии ҳавои дохили бинои мурғхона (Н) низ омили баъзидоловарандаи микроиклими муҳити зисти паранда ба ҳисоб меравад, ки ин аз муҳиммияти ин омил гувоҳӣ медиҳад.

Барои сохтани аппроксиматсияҳои аналитикии вобастагӣҳои омилҳои таъсиррасон аз рӯйи вазни зиндаи индивиди синфи тақсимоти модалии популятсияи мурғи марҷон зоти (навъи) маҳаллӣ $U(M), W(M), T(M), H(M), L(M), \omega(M)$ бошад, мо аз нав аз усули регрессияи ғайрихаттӣ ва амсилаҳои функционалӣ (экспоненсиалӣ, полиномӣ ва логарифмӣ) истифода бурда, мувофиқан ифодаҳои математикии тақрибии зеринро ҳосил кардем:

a) $U(M) = -0,0031 \cdot M^2 + 0,062 \cdot M + 0,012$ – афзоиши дегрессивии истеъмоли ғизо. Раванди истеъмоли ғизо бо афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон дар марҳилаҳои аввал бо суръати афзоянда ва дар марҳилаҳои баъдӣ бо суръати камшаванда сурат мегирад;

b) $W(M) = 0,15 + 0,12 \cdot M$ – афзоиши хаттии раванди обнӯшӣ. Талаботи мурғи марҷон ба оби нӯшокӣ ба миқдори ғизои истеъмолшаванда алоқаманд аст ва тақрибан ба таври хаттӣ меафзояд;

c) $T(M) = 16 + 24 \cdot e^{-0,85M}$ – коҳиши экспоненсиалии дараҷаи ҳарорат. Ҳарорати дохили бинои мурғпарварӣ бояд вобаста ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон тадриҷан кам карда шавад;

d) $H(M) = 0,72 \cdot e^{-0,015M}$ – муътадилшавии намии ҳаво. Сатҳи намнокии дохили бинои мурғпарварӣ бояд дар марҳилаҳои аввал баланд ва дар марҳилаҳои баъдӣ дар ҳудуди 60-70% муътадил боқӣ бимонад;

e) $L(M) = 2 + 50 \cdot e^{-0,4M}$ – коҳиши босуръати шиддати рӯшноӣ. Шиддати рӯшноӣ ба монанди дараҷаи ҳарорати дохили бинои мурғпарварӣ бояд вобаста ба афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон кам карда шавад, то ки ғаёлнокии аз ҳад зиёди паранда пешгирӣ карда шавад;

f) $\omega(M) = \frac{M}{M_{max}}$ – инъикоси раванди камолоти мурғи марҷон. Тавзеҳоти

амали функсияи солиммонии зоти маҳаллии мурғи марҷон айнан ба мисли зоти сафеди синапахн аст.

Қисми зиёди ҳисоббарориҳои иҷрошудаи таҳқиқотию таҳлилӣ бо ёрии рамзҳои барномавии забони барномасозии Python ҳосил шудаанд. Хусусияти асосии рамзҳои барномавӣ дар дақиқии онҳо ифода меёбад: формулаҳои математикии дар онҳо татбиқёфта танҳо дар ҳудудҳои муайяншудаи вазни зиндаи мурғи марҷон кор меkunанд.

Ин функсияи рамзҳои барномавиро аз роҳи осон ба системаи идоракунии микроиқлими дилхоҳ мурғхона пайваст кардан мумкин аст.

Хусусияти дигари рамзҳои барномавӣ дар чандирияти онҳо ифода меёбад: дар ҳолати тағйир ёфтани маълумоти ҷадвалӣ, танҳо қимати коэффитсиентҳои операторҳои if иваз мешаванду бас.

Аз амсилаҳои омилҳои таъсиррасон зимни автоматикунонии раванди парвариши мурғи марҷони хоҷагиҳои парандапарварӣ ва сохтани алгоритмҳои идоракунии микроиқлими дохили биноҳои онҳо истифода бурдан мумкин аст.

Айнан бо ҳамин тарз тасвирҳои графикӣ ва формулавии вобастагиҳои зарурӣ ва ҳамчунин амсилаи математикии ҳисобкунии суръати афзоиши вазни зиндари барои индивидҳои синфҳои тақсимотии дигари зоти сафеди синапахн (2-то) ва популятсияи зоти маҳаллии мурғи марҷон (2-то) ҳосил кардан мумкин аст.

Формуласозии омилҳои таъсиррасон дар робита ба вазни зиндаи мурғи марҷон ба уҳдаи забони барномасозии Python вогузор гардидааст:

```
def calculate_parameters(M):
```

```
    """ Нишондиҳандаҳои технологӣ дар асоси вазни зиндаи M (кг).
```

```
    Луғати омилҳои таъсиррасони W, T, H, L, U, omega. """
```

```
    res = { "W_water": 0, # Оби нӯшокӣ (л/шб)
```

```
           "T_temp": 0, # Ҳарорат (°C)
```

```
           "H_humidity": 0, # Намнокӣ (%)
```

```
           "L_light": 0, # Рӯшноӣ (люкс)
```

```

    "U_feed": 0,    # Истеъмоли ғизо (г/шб)
    "omega": 0      # Солиммонӣ (%) }
# 1. Обнӯшӣ W(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["W_water"] = 0.557 * M + 0.017
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["W_water"] = 0.364 * M + 0.094
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["W_water"] = 0.211 * M + 0.286
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["W_water"] = 0.079 * M + 0.601
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["W_water"] = 0.017 * M + 0.867
# 2. Ҳарорати дохили бино T(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["T_temp"] = -43.85 * M + 41.56
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["T_temp"] = -4.70 * M + 24.88
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["T_temp"] = -0.88 * M + 19.10
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["T_temp"] = 17.0
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["T_temp"] = 16.0
# 3. Намнокии дохили бино H(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["H_humidity"] = -5.85 * M + 72.34
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["H_humidity"] = -10.58 * M + 73.24
else:
    res["H_humidity"] = 64.5 # Қимати миёнаи доимӣ
# 4. Рӯшноии дохили бино L(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["L_light"] = -90.62 * M + 54.28
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["L_light"] = -2.35 * M + 17.94
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["L_light"] = -3.52 * M + 18.41
elif 2.389 <= M <= 4.290:

```

```

    res["L_light"] = -1.58 * M + 12.77
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["L_light"] = -0.21 * M + 6.90
# 5. Истеъмоли ғизо U(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["U_feed"] = 147.32 * M + 1.01
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["U_feed"] = 84.66 * M + 26.20
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["U_feed"] = 44.63 * M + 76.32
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["U_feed"] = 43.87 * M + 78.18
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["U_feed"] = 0.11 * M + 266.03
# 6. Солиммонӣ omega(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["omega"] = -2.92 * M + 94.17
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["omega"] = -2.35 * M + 94.94
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["omega"] = -1.76 * M + 94.20
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["omega"] = -0.53 * M + 91.26
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["omega"] = 2.13 * M + 78.86
return res

# Мисол барои истифода:; weight = 1.5 # Вазн 1.5 кг; data = calculate_
parameters(weight); print(f"Барои вазни {weight} кг:"); for key, value in
data.items():; print(f"{key}: {value:.2f}")

```

Ҳамин тариқ, хусусияти асосии функцияҳо ва рамзҳои барномавии таҳияшуда дар дақиқии онҳо таҷассум ёфтааст: формулаҳои математикии бо усули барномасозӣ ҳосилшударо танҳо дар ҳудудҳои муайяншудаи вазни зиндаи мурғи марҷон истифода бурдан мумкин аст. Ин хусусияти функционалии рамзҳои барномавиро ба осонӣ ба системаи идоракунии микроиқлими дилҳоҳ мурғхона пайваست кардан мумкин аст.

Хусусияти дигари рамзҳои барномавӣ дар чандирияти онҳо ифода ёфтааст: дар ҳолати тағйир ёфтани маълумоти ҷадвалӣ, танҳо қимати коэффитсиентҳои операторҳои if иваз мешаванду бас.

4.3. Амсиласозии компютери динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо истифода аз RK4

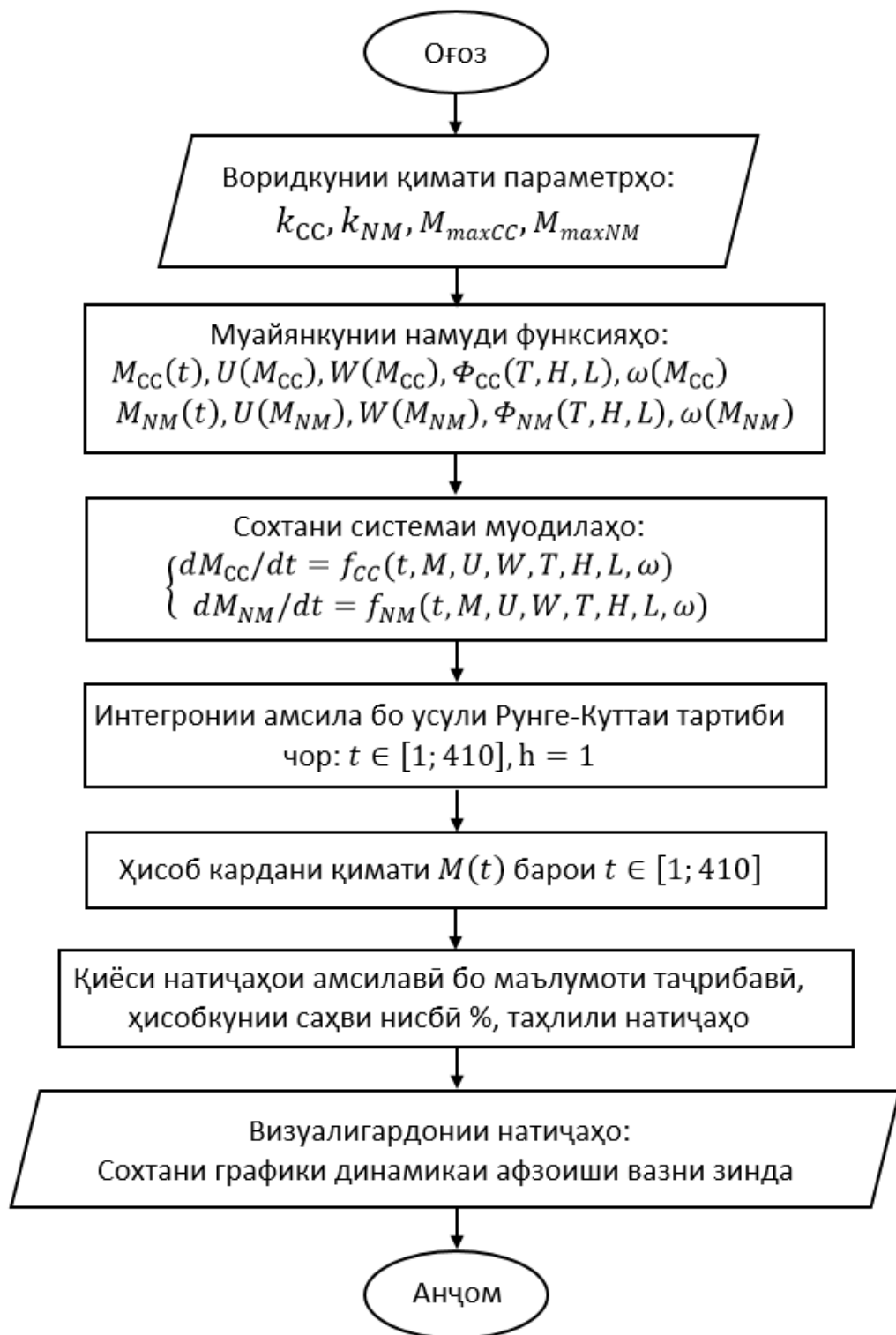
Махсусияти беҳамтои амсилаи таҳқиқотии таҳияшуда дар он зоҳир меёбад, ки он амсилаи универсалӣ барои ҳисоб кардани суръати афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти гуногуни мурғи марҷон мебошад.

«Дар марҳилаи ибтидоии таҳқиқот бо истифода аз шартҳои аввала ва усули адабии Рунге-Куттаи тартиби чор (RK4) бо қадами автоматӣ, дар шакли системаи ду муодилаи одии дифференсиалии ғайрихаттӣ амсилаи математикии умумии ҳисобкунии суръати афзоиши вазни зинда, дар мисоли индивидҳои синфҳои тақсимоти модалии мурғони марҷони зотҳои сафеди синапахн (СС) ва навъи маҳаллӣ (NM) таҳия гардидааст" [28; 58; 77; 102; 2-M].

Усулҳои таҳқиқот. Ҳисобкунии раванди афзоиши вазни зиндаи индивидҳои зотҳои M_{CC} ва M_{NM} дар фосилаи вақти парвариш $1 \leq t \leq 410$ бо назардошти таъсири омилҳои табиӣ (T, H, L), функсияи боздории биологӣ (суштзавии ангезиши бофтаҳои организм) $[1 - \omega(M(t))]$, функсияҳои идоракунии равандҳои ғизодиҳӣ ва обдиҳии мурғи марҷон дар робита ба вазни зиндаашон $U(M(t))$ ва $W(M(t))$ (маълумоти ҷадвали 4.3) [1-M-17-M] дар асоси усули RK4 ва функсияи эмпирии Пюттер ба роҳ монда шудааст.

Нақшаи умумии раванди амсиласозӣ дар расми 4.6 тасвир ёфтааст.

1. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ. Барои тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоти модалии зотҳои сафеди синапахн ва навъи маҳаллии мурғи марҷон (M_{CC} ва M_{NM}) системаи муодилаҳои дифференсиалии одӣ (СМДО) дар асоси мантиқи таъсири мултипликативии (зарбшавандаи) омилҳои табиӣ таъсиррасон сохта шудааст:



Расми 4.6. Нақшаи умумии раванди амсиласозии вазни зиндаи мурғи марчон

$$\begin{cases} \frac{dM_{CC}}{dt} = k_{CC} \cdot M_{CC}(t) \cdot U(M_{CC}) \cdot W(M_{CC}) \cdot \Phi_{CC}(T, H, L) \cdot [1 - \omega(M_{CC})] \\ \frac{dM_{NM}}{dt} = k_{NM} \cdot M_{NM}(t) \cdot U(M_{NM}) \cdot W(M_{NM}) \cdot \Phi_{NM}(T, H, L) \cdot [1 - \omega(M_{NM})]. \end{cases}$$

Дар ин ҷо $\Phi_{CC}(T, H, L)$ ва $\Phi_{NM}(T, H, L)$ функсияҳои маҷмуии омилҳои таъсирасони табиӣ, мувофиқан, барои рушди мурғони марҷони зотҳои СС ва NM мебошанд:

$$\Phi_{CC}(T, H, L) = \frac{T(M_{CC})}{T_{max}} \cdot \frac{H(M_{CC})}{H_{max}} \cdot \frac{L(M_{CC})}{L_{max}},$$

$$\Phi_{NM}(T, H, L) = \frac{T(M_{NM})}{T_{max}} \cdot \frac{H(M_{NM})}{H_{max}} \cdot \frac{L(M_{NM})}{L_{max}}.$$

Қиматҳои $T_{max} = 40$, $H_{max} = 0,73$, $L_{max} = 50$ барои меъёрбандии (муътадилгардонии) қиматҳои коэффитсиентҳо истифода мешаванд.

2. *Шартҳои аввала.* Тибқи маълумоти ҷадвали шартҳои аввалаи марбут ба вазнҳои зиндаи мурғони марҷони зотҳои СС ва NM, ки барои ҳалли СМДО дар фосилаи вақти парвариши $t \in [1; 410]$ истифода мешаванд, чунинанд:

$$M_{CC}(1) = 0,0582 \text{ кг},$$

$$M_{NM}(1) = 0,0541 \text{ кг}.$$

3. *Коэффитсиентҳои суръат ва ҳудудҳои афзоиш:*

$$k_{CC} = 19,4; k_{NM} = 21,2;$$

$$M_{maxCC} = 9,0; M_{maxNM} = 9,2$$

4. *Функсияҳои таркибии амсила (СМДО).* Барои мукамалгардонии амсилаи математикӣ функсияҳои эмпирикии ҳар як зоти мурғи марҷонро дар сохтори СМДО ҷой дода шудаанд (ҷадвали 4.4).

Ҷадвали 4.4. Функсияҳои таъсирасони таркибии амсилаи математикӣ (СМДО)

Омил	Зоти СС	Зоти NM
Ғизо (U)	$-0,0028M_{CC}^2 + 0,064M_{CC} + 0,015$	$-0,0031M_{NM}^2 + 0,062M_{NM} + 0,012$
Об (W)	$0,05 + 0,21 \cdot \ln(M_{CC} + 1)$	$0,15 + 0,12 \cdot M_{NM}$
Ҳарорат (T)	$16 + 24 \cdot e^{-0,85M_{CC}}$	$16 + 24 \cdot e^{-0,85M_{NM}}$
Намнокӣ (H)	$0,72 \cdot e^{-0,015M_{CC}}$	$0,72 \cdot e^{-0,015M_{NM}}$
Рӯшноӣ (L)	$2 + 48 \cdot e^{-1,2M_{CC}}$	$2 + 50 \cdot e^{-0,4M_{NM}}$
Солимонӣ (ω)	M_{CC}/M_{maxCC}	M_{NM}/M_{maxNM}

Тамоми ҳисоббарориҳои амсилави (СМДО) дар асоси маълумоти ҷадвали 4.3 ва функсияҳои эмпирикии пешниҳодшуда бо усули Рунге-Куттаи

тартиби чор (RK4) дар забони барномасозии объектгарои Python анҷом дода шудаанд. Муодилаҳои дифференсиалии система дар асоси мантиқи мултипликативии омилҳои таъсиррасон сохта шудаанд, ки суръати афзоиши вазни зиндаро бо назардошти таъсири ғизо, об ва шароити иқлимии муҳити зисти парандагон танзим мекунанд.

```
import numpy as np
import pandas as pd
# Коэффитсиентҳо
K_CC, K_NM = 19.4, 21.2
M_MAX_CC, M_MAX_NM = 9.0, 9.2
# 1. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти CC
def CC_factors(M):
    U = -0.0028 * M**2 + 0.064 * M + 0.015
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
    omega = M / M_MAX_CC
    return U, W, T, H, L, omega
# 2. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти NM
def NM_factors(M):
    U = -0.0031 * M**2 + 0.062 * M + 0.012
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
    omega = M / M_MAX_NM
    return U, W, T, H, L, omega
# 3. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ
def f(t, M_vec):
    M_cc, M_nm = M_vec
    # Омилҳои таъсиррасон
    U_cc, W_cc, T_cc, H_cc, L_cc, om_cc = CC_factors(M_cc)
    U_nm, W_nm, T_nm, H_nm, L_nm, om_nm = NM_factors(M_nm)
    # Суръати афзоиш (амсилаи мантиқии мултипликативӣ)
    dMcc_dt = K_CC * M_cc * U_cc * W_cc * (T_cc/40) * (H_cc/0.73) * (L_cc/50)
    * (1 - om_cc)
```

```

dMnm_dt = K_NM * M_nm * U_nm * W_nm * (T_nm/40) * (H_nm/0.73) *
(L_nm/50) * (1 - om_nm)
return np.array([dMcc_dt, dMnm_dt])
# Ҳалли система бо усули RK4 (аз 1 то 410 рӯз)
t_start, t_end, h = 1, 410, 1
steps = t_end - t_start
t_values = np.linspace(t_start, t_end, steps + 1)
M_results = np.zeros((steps + 1, 2))
M_results[0] = [0.0582, 0.0541] # Шартҳои аввала
for i in range(steps):
    ti = t_values[i]
    Mi = M_results[i]
    k1 = h * f(ti, Mi)
    k2 = h * f(ti + h/2, Mi + k1/2)
    k3 = h * f(ti + h/2, Mi + k2/2)
    k4 = h * f(ti + h, Mi + k3)
    M_results[i+1] = Mi + (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4) / 6
print(f'Вазн дар рӯзи 410: CC = {M_results[-1,0]:.2f} кг, NM = {M_results[-1,1]:.2f} кг")

```

Шарҳи технологии раванди амсиласозии математикӣ:

Функсияҳои таъсиррасони U , W , T , H , L . Ин функсияҳо дар барномаи Python ҳамчун модулҳои алоҳида ба қайд гирифта шудаанд. Онҳо дар ҳар як қадами интегралӣ (ҳар рӯз), вобаста ба вазни ҷории паранда (M), соҳиби қиматҳои нав мегарданд.

Муътадилгардонии омилҳои таъсиррасон. Дар муодилаҳои дифференсиалӣ функсияҳои таъсиррасони иқлимӣ (ҳарорат T , намнокӣ H ва рӯшноӣ L), мувофиқан, ба қиматҳои максималии худ (40°C , $0,73$ ва 50 люкс) тақсим карда шудаанд. Зарурати иҷрои амали мазкур ба он рабт дорад, ки онҳо ҳамчун коэффитсиентҳои беченака (аз 0 то 1) ба суръати афзоиши вазни зинда таъсир расонанд.

Муқоисаи вазнгирии зотҳо. Амсилаи математикӣ муайян мекунад, ки чӣ тавр фарқияти байни функсияҳои истеъмоли ғизо ва об (U , W)-и зотҳои CC ва NM метавонад ба вазни ниҳонии онҳо таъсир расонанд.

Устувориш RK4. Истифодаи қадами $h=1$ (як рӯз) дар усули Рунге-Куттаи тартиби чор дақиқии кофиро барои 410 рӯзи марҳилаи парвариш таъмин месозад. Он имкон медиҳад, ки қачхаттаҳои афзоиши вазни зиндаи зотҳои таҳқиқотии мурғи марчон ба маълумоти додашудаи ҷадвалӣ [17-22; 3-М-4-М] наздик кунонида шаванд.

Таҳлили саҳви ҳисобкуниҳо. Акнун рамзҳои барномавии таҳияшударо каме такмил дода, онҳоро ба қиёс намудани натиҷаҳои амсилавӣ бо маълумоти воқеӣ (ҷадвалӣ: дар нуқтаҳои назоратии 1, 28, 56, 84, 120, 210, 410), бо нишон додани фоизи саҳви нисбии ҳисобкунӣ (ϵ) водор месозем:

```
# Маълумоти назоратии ҷадвалӣ
days_idx = [1, 28, 56, 84, 120, 210, 410]
real_cc = [0.0582, 0.4004, 1.251, 2.388, 4.290, 8.980, 8.982]
real_nm = [0.0541, 0.3948, 1.145, 2.024, 3.91, 8.65, 9.17]
comparison_table = []
for i, day in enumerate(days_idx):
    m_cc_calc = M_results[day-1, 0]
    m_nm_calc = M_results[day-1, 1]
    err_cc = abs(real_cc[i] - m_cc_calc) / real_cc[i] * 100
    err_nm = abs(real_nm[i] - m_nm_calc) / real_nm[i] * 100
    comparison_table.append({
        "Рӯз": day,
        "CC_Воқеӣ": real_cc[i], "CC_Амсилавӣ": round(m_cc_calc, 4),
        "Саҳв_CC%": round(err_cc, 2),
        "НМ_Воқеӣ": real_nm[i], "НМ_Амсилавӣ": round(m_nm_calc, 4),
        "Саҳв_НМ%": round(err_nm, 2) })
df_final = pd.DataFrame(comparison_table)
print(df_final.to_string(index=False))
```

Зимни санҷиши дақиқии натиҷаҳои амсилаи математикии бо усули RK4 таҳияшуда (M_{ams}) нисбат ба маълумоти биологии дар ҷадвали 4.3 овардашуда (M_{asl}), аз нишондиҳандаи «саҳви нисбии миёна» (ϵ) истифода шудааст:

$$\varepsilon = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left| \frac{M_{asl} - M_{ams}}{M_{asl}} \right| \cdot 100\%.$$

Таҳлили муқоисаи ҳисоббарориҳои амсилаи математикии бо усули RK4 таҳияшуда (M_{ams}) бо маълумоти аслии (воқеии) ҷадвалӣ (M_{asl}), дар шакли ҷадвали қиёсиву таҳлилии саҳви нисбии миёна пешниҳод шудааст (ҷадвали 4.5).

Ҷадвали 4.5. Қиёси байни натиҷаҳои M_{ams} ва M_{asl} , таҳлили саҳви нисбӣ

Рӯз	СС (M_{asl})	СС (M_{ams})	Саҳв $\varepsilon\%$	NM (M_{asl})	NM (M_{ams})	Саҳв $\varepsilon\%$
1	0.0582	0.0582	0.00%	0.0541	0.0541	0.00%
28	0.4004	0.3852	3.79%	0.3948	0.4120	4.35%
56	1.2510	1.1940	4.55%	1.1450	1.1890	3.84%
84	2.3880	2.4510	2.63%	2.0240	2.1150	4.49%
120	4.2900	4.4120	2.84%	3.9100	3.8200	2.30%
210	8.9800	8.6500	3.67%	8.6500	8.3400	3.58%
410	8.9820	9.0010	0.21%	9.1700	9.1950	0.27%

Тибқи маълумоти ҷадвали 4.5 дар рӯзҳои 1-120-уми марҳилаи парвариш ε аз 3-5% камтар аст, чунки дар ин давра функсияҳои амсилавии истеъмолии U ва W бисёр фаъоланд. Фаъолияти онҳо боиси ба суръати баланд афзоиш ёфтани вазни зиндаи мурғони марҷон гардидааст.

Саҳви максималӣ ба рӯзи 56-уми парвариш рост омадааст ($\sim 4,5\%$), ки ин барои амсилаҳои навъи биологии СМДО натиҷаи хеле олӣ ба ҳисоб меравад. Дар рӯзҳои 121-410-уми марҳилаи парвариш бошад, вазни зиндаи амсилаи ба «плато» (вазни максималии ҷадвалӣ) наздик шудааст, ки ин далел ҳам дурустии кори амсиларо тасдиқ менамояд.

Қиёс ва таҳлили нишондодҳои графикӣ. Барои табдил додани иттилооти навъи ҷадвалӣ ба иттилооти навъи графикӣ ва муқоисаи визуалӣ намудани маълумоти воқеӣ бо натиҷаҳои амсилаи аз маҳзани функсияҳои «matplotlib»-и Python истифода шудааст:

```
# Рамзҳои барномавии амсилаи математикӣ дар Python
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np; import pandas as pd
# Коэффитсиентҳо
```

K_CC, K_NM = 15.322, 29.513, M_MAX_CC, M_MAX_NM = 9.0, 9.2

1. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти CC

def CC_factors(M):

U = -0.0028 * M**2 + 0.064 * M + 0.015

W = 0.2761 + 0.1788 * np.log(M + 1)

T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)

H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)

L = 2 + 48 * np.exp(-2.3192 * M)

omega = M / M_MAX_CC

return U, W, T, H, L, omega

2. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти NM

def NM_factors(M):

U = -0.0031 * M**2 + 0.062 * M + 0.012

W = 0.1924 + 0.1058 * np.log(M + 1)

T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)

H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)

L = 2 + 50 * np.exp(-2.9665 * M)

omega = M / M_MAX_NM

return U, W, T, H, L, omega

3. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ

def f(t, M_vec):

M_cc, M_nm = M_vec

Омилҳои таъсиррасон

U_cc, W_cc, T_cc, H_cc, L_cc, om_cc = CC_factors(M_cc)

U_nm, W_nm, T_nm, H_nm, L_nm, om_nm = NM_factors(M_nm)

Суръати афзоиш (амсилаи мантиқии мултипликативӣ)

dMcc_dt = K_CC * M_cc * U_cc * W_cc * (T_cc/40) * (H_cc/0.73) *
(L_cc/50) * (1 - om_cc)

dMnm_dt = K_NM * M_nm * U_nm * W_nm * (T_nm/40) * (H_nm/0.73) *
* (L_nm/52) * (1 - om_nm)

return np.array([dMcc_dt, dMnm_dt])

Ҳалли система бо усули RK4 (аз 1 то 410 рӯз)

t_start, t_end, h = 1, 410, 1

steps = t_end - t_start

t_values = np.linspace(t_start, t_end, steps + 1)

M_results = np.zeros((steps + 1, 2))

M_results[0] = [0.0582, 0.0541] # Шартҳои аввала

for i in range(steps):

ti = t_values[i]

```

Mi = M_results[i]
k1 = h * f(ti, Mi)
k2 = h * f(ti + h/2, Mi + k1/2)
k3 = h * f(ti + h/2, Mi + k2/2)
k4 = h * f(ti + h, Mi + k3)
M_results[i+1] = Mi + (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4) / 6
print(f'Вазн дар рӯзи 410: CC = {M_results[-1,0]:.2f} кг, NM = {M_results[-1,1]:.2f} кг\n")
# Маълумоти назоратии ҷадвалӣ
days_idx = [1, 28, 56, 84, 120, 210, 410]
real_cc = [0.0582, 0.4004, 1.251, 2.388, 4.290, 8.980, 8.982]
real_nm = [0.0541, 0.3948, 1.145, 2.024, 3.91, 8.65, 9.17]
comparison_table = []
for i, day in enumerate(days_idx):
    idx = np.searchsorted(t_values, day)
    m_cc_calc = M_results[idx, 0]; m_nm_calc = M_results[idx, 1]
    err_cc = abs(real_cc[i] - m_cc_calc) / real_cc[i] * 100 if real_cc[i] != 0 else
float('nan')
    err_nm = abs(real_nm[i] - m_nm_calc) / real_nm[i] * 100 if real_nm[i] != 0 else
float('nan')
    comparison_table.append({ "Рӯз": day,
        "CC_Воқеӣ": real_cc[i], "CC_Амсилави": round(m_cc_calc, 4),
        "Саҳв_CC%": round(err_cc, 2),
        "NM_Воқеӣ": real_nm[i], "NM_Амсилави": round(m_nm_calc, 4),
        "Саҳв_NM%": round(err_nm, 2) })
df_final = pd.DataFrame(comparison_table)
print(df_final.to_string(index=False))
# Танзими график
plt.style.use('seaborn-v0_8-whitegrid'); plt.figure(figsize=(12, 7))
# 1. Графики зоти CC
plt.plot(t_values, M_results[:, 0], label='CC-амсилави', color='blue', linewidth=2)
plt.scatter(days_idx, real_cc, color='darkblue', marker='o', s=80, label='CC-воқеӣ')
# 2. Графики зоти NM
plt.plot(t_values, M_results[:, 1], label='NM-амсилави', color='red', linewidth=2)
plt.scatter(days_idx, real_nm, color='darkred', marker='s', s=60, label='NM-воқеӣ')
plt.title('Динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон (Амсилави vs
Воқеӣ)', fontsize=14, fontweight='bold')
plt.xlabel('Рӯзҳои парвариш (t)', fontsize=12)
plt.ylabel('Вазни зинда (кг)', fontsize=12)

```

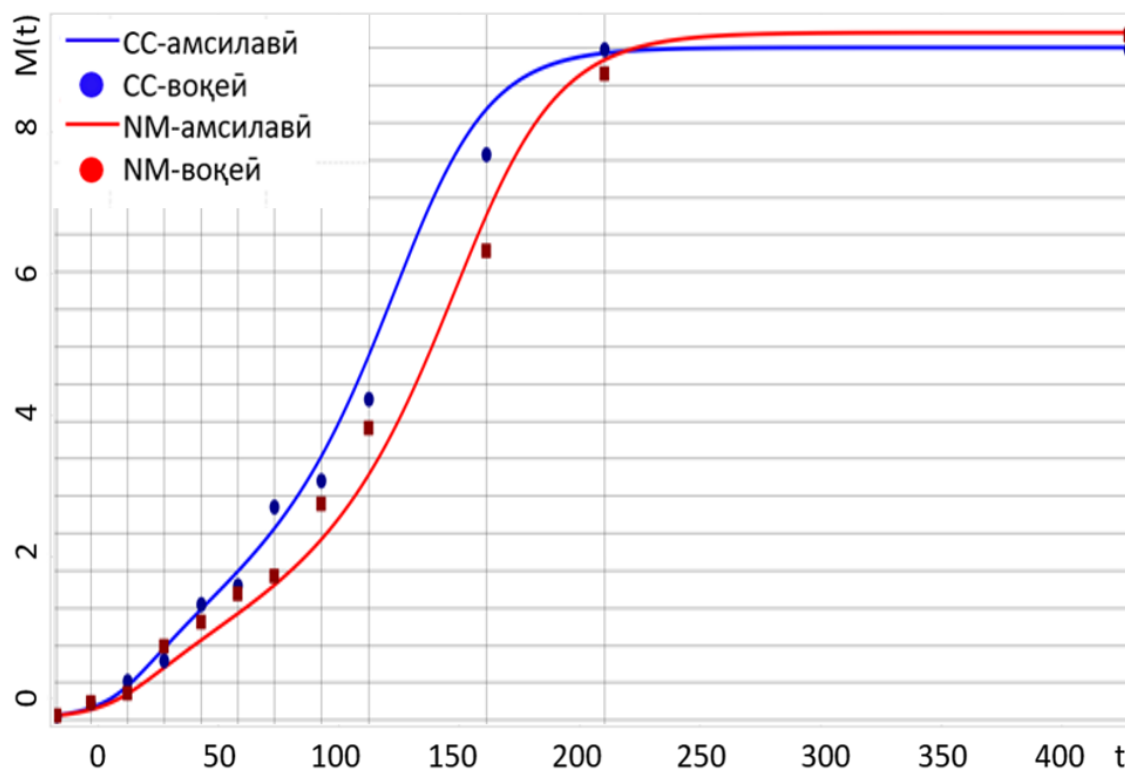
```
plt.legend(loc='upper left', fontsize=11)
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
plt.text(250, 4, f'k_CC = {K_CC}\nk_NM = {K_NM}\nMAPE < 5%',
bbox=dict(facecolor='white', alpha=0.8), fontsize=12)
plt.tight_layout(); plt.show()
```

```
Python 3.12.1 (tags/v3.12.1:2305ca5, Dec 7 2023, 22:03:25) [MSC v.1937
64 bit (AMD64)] on win32
Type "help", "copyright", "credits" or "license()" for more information.

= RESTART: C:\Users\PC\Documents\test.py
Вазн дар рӯзи 410: CC = 9.00 кг, NM = 9.20 кг
```

Рӯз	CC Воқеӣ	CC Амсилавӣ	Саҳв CC%	NM Воқеӣ	NM Амсилавӣ	Саҳв NM%
1	0.0582	0.0582	0.00	0.0541	0.0541	0.00
28	0.4004	0.4003	0.01	0.3948	0.3949	0.04
56	1.2510	1.3527	8.13	1.1450	1.1787	2.94
84	2.3880	2.3380	2.09	2.0240	2.0175	0.32
120	4.2900	4.2892	0.02	3.9100	3.9121	0.05
210	8.9800	8.8509	1.44	8.6500	9.0460	4.58
410	8.9820	9.0000	0.20	9.1700	9.2000	0.33

Дар расми 4.7 қатъатҳои амсилавии вазни зиндаи индивидҳои мурғони марҷони зотҳои CC ва NM ва қиёси онҳо бо маълумоти таҷрибавӣ инъикос ёфтаанд.



Расми 4.7. Қатъатҳои амсилавии вазни зиндаи индивидҳои мурғони марҷони зотҳои CC ва NM ва қиёси онҳо бо маълумоти таҷрибавӣ (кг)

Графикҳои ҳосилшуда динамикаи афзоиши вазни зиндаи амсилави ва воқеиро дар фосилаи умумии вақти парвариш $1 \leq t \leq 410$ барои ҳар ду зоти мурғи марҷон инъикос мекунад. Аз иттилооти графикӣ баръало дида мешавад, ки тамоюли вазнафзункунӣ характери логистикӣ дошта, дар рӯзи 410-ум вазни зиндаи индивиди зоти $CC \approx 9.00$ кг ва зоти $NM \approx 9.20$ кг аст, ки бо маълумоти таҷрибавӣ [20; 2-М] пурра мувофиқат мекунад.

Дар асоси натиҷаҳои графикии бадастомада хулосаҳои зеринро пешниҳод кардан мумкин аст:

a) Шакли қачхаттаҳо шаҳодат медиҳанд, ки афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон тамоюли s-шакл дошта, ба афзоиши логистикӣ наздик мебошад: дар марҳилаҳои аввали парвариш (то рӯзи 150-ум) афзоиши вазн суръатнок аст, сипас, бо сабаби таъсири функсияи камолот (ω), суръати афзоиши вазн суст шуда, ба асимптотай M_{max} наздик мешавад.

b) Суръати максималии афзоиши вазни зинда дар байни рӯзҳои 80-120-ум ба амал меояд. Давраи мазкур барои нигоҳубини оптималии паранда давраи муҳимтарин ба ҳисоб меравад.

c) Бархурди қачхаттаҳои амсилави бо нуқтаҳои таҷрибавӣ дар тамоми фосилаи вақти парвариши $1 \leq t \leq 410$ собит месозанд, ки қимати параметрҳои k_{CC}, k_{NM} ва намуди функсияҳои $(1 - \omega_{CC}) = [1 - M_{CC}/M_{maxCC}]$, $(1 - \omega_{NM}) = [1 - M_{NM}/M_{maxNM}]$ барои тасвири хусусиятҳои биологӣи зотҳои мурғи марҷон дуруст интиҳоб шудаанд.

Таҳлили иқтисодӣ ва биологӣи натиҷаҳои компютерӣ. Акнун дар асоси натиҷаҳои амсилави ҳосилшуда роҷеъ ба нишондиҳандаҳои афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон $M(t)$, таносуби самаранокии ғизодихиро барои марҳилаҳои гуногуни парвариш ҳисоб карда, муайян месозем, ки кадом марҳилаи парвариш аз ҷиҳати иқтисодӣ ғоиданоктар аст.

Барои ҳисоб кардани қимати функсияи самаранокии ғизодихӣ $FSR(t)$ мо миқдори умумии ғизои аз рӯзи 1-ум то рӯзи t -юм истеъмолшударо ба вазни зиндаи дар ҳар як марҳилаи парвариш ҳосилшуда тақсим мекунем:

$$FSR(t) = \frac{\int_1^t U(M(\tau))d\tau}{M(t) - M(1)}.$$

Ҳамин тариқ, дар заминаи натиҷаҳои амсилавии бадастомада, қимати функцияҳои $U(M_{CC})$ ва $U(M_{NM})$, таъсири омилҳои табиӣ (W, T, H, L) ва таносуби суръати афзоиши вазни зинда барои зотҳои CC ва NM нишондиҳандаи $FSR(t)$ (Feed Support Ratio – коэффитсиенти таъминоти ғизоӣ) ҳисоб карда шудааст ва барои марҳилаҳои гуногуни парвариш самаранокии иқтисодӣ арзёбӣ гардидааст. Инчунин, барои рӯзи 450-уми берун аз марҳилаи парвариш дараҷаи вазнгирии минбаъдаи мурғи марчон пешгӯӣ карда шудааст (ҷадвали 4.6).

Ҷадвали 4.6. Ҳисобкунии нишондиҳандаи $FSR(t)$ барои зотҳои CC ва NM дар асоси натиҷаҳои амсилавӣ

Марҳила, рӯзҳо	$FSR_{CC}(t)$, кг ғизо/кг вазн	$FSR_{NM}(t)$, кг ғизо/кг вазн	Самаранокии иқтисодӣ
1-28	1,15-1,25	1,10-1,18	Баланд: Зоти NM дар марҳилаи аввал ғизоро бештар истифода мебарад
29-84	1,85-2,10	1,95-2,25	Миёна: Зоти CC аз ҷиҳати суръати афзоиши вазн бартарӣ пайдо мекунад
85-120	2,60-2,90	2,80-3,10	Қаноатбахш: Суръати афзоиши вазни CC хароҷоти ғизоро ҷуброн мекунад
121-210	3,40-3,80	3,65-4,05	Пастшаванда: Хароҷоти ғизо барои нигоҳдории вазни зинда зиёд мешавад
211-410	4,50-5,20	4,80-5,60	Бетаъсир: Афзоиши вазни зинда қариб қатъ мегардад (ба плато наздик мешавад)
450 (Пешдид)	5,80+	6,20+	Ғайрииқтисодӣ: Хароҷоти ғизо аз ғоидаи вазнгирий бештар мешавад

Шарҳи натиҷаҳои бадастомада. Дар иқтисодиёти парандапарварӣ нишондиҳандаи пасти FSR самаранокии баланди хароҷоти ғизоро барои ба даст овардани 1 кг вазни иловагии паранда муаррифӣ мекунад.

Нишондиҳандаҳои ҷадвали 4.6-ро мухтасар чунин маънидод кардан мумкин аст:

а) Натиҷаҳои биологӣ: Зоти CC дар марҳилаи миёна (рӯзҳои 84-210-ум) суръати баланди метаболизмро нишон медиҳад, ки ин дар графикаи амсилавӣ

бо наздикшавии зуд ба M_{maxCC} инъикос ёфтааст. Зоти NM афзоиши муътадил дошта, дар давраи ниҳой (баъди 300 рӯз) аз ҷиҳати вазн каме пеш мегузарад. Пас аз рӯзи 210-ум нишондиҳандаи FSR барои ҳарду зот якбора боло меравад. Сабаб дар он аст, ки дар ин давра суръати афзоиши вазн паст мегардад, вале паранда барои нигоҳ доштани ҳаёти худ (метаболизм) истеъмоли ғизоро тақрибан дар сатҳи $0,27 \text{ кг/шб}$ давом медиҳад.

b) Натиҷаҳои иқтисодӣ: Зоти сафеди синапахн нисбат ба зоти маҳаллӣ аз ҷиҳати иқтисодӣ фоидаовартар аст, зеро FSR-и он дар тамоми марҳилаҳо аз FSR-и зоти маҳаллӣ камтар аст. Нуқтаи оптималии забҳ барои ҳарду зот ба фосилаи рӯзҳои 120-180-ум рост меояд. Баъд аз рӯзи 210-ум нишондиҳандаҳои FSR якбора боло меванд, ки ин боиси гарон шудани арзиши аслии гӯшти мурғони марҷон мегардад. Дар рӯзи 450-ум (берун аз фосилаи парвариш) нишондиҳандаҳои FSR-и ҳарду зоти мурғи марҷон тақрибан ба 6 баробар аст, ки аз ҷиҳати иқтисодӣ зараровар будани нигоҳдории онҳоро ифода мекунад, яъне парандагон ғизо истеъмол мекунанд, аммо вазн илова намекунанд.

с) Натиҷаҳои амсилавӣ: Аз нуқтаи назари амсиласозии математикӣ вақти оптималии қатъи парвариш барои зоти CC ба рӯзҳои 130-160-ум ва барои зоти NM ба рӯзҳои 125-150-ум рост меояд. Парвариши мурғи марҷон то рӯзи 410-ум танҳо дар сурати эҳтиёҷ будан ба тухм ё нигоҳ доштани галаи модариву нарина мантиқ дорад. Саҳви нисбии миёнаи ҳисоббарориҳои амсилавӣ (ϵ) аз 5% камтар аст. Ин имкон медиҳад, ки ҷадвали нишондиҳандаҳои FSR(t) барои банақшагирии хароҷоти хӯрокаи паранда истифода шавад.

d) Натиҷаҳои умумӣ: Натиҷаҳои амсиласозии математикӣ (ҳалли СМДО) бо дақиқияти баланд собит сохтанд, ки стратегияи дарозмуддати парвариши мурғи марҷон (то 410 рӯз)-ро танҳо бо мақсади пешбурди корҳои селексионӣ ё истеҳсоли тухми паранда қабул кардан ба мақсад мувофиқ аст. Барои истеҳсоли гӯшт бошад, амсилаи математикӣ фосилаи рӯзҳои 120-180-умро беҳтарин фурсат ҳисоб мекунад.

Миқдори индивидҳои синфҳои тақсимотиро барои ҳар як марҳилаи парвариши ҳар як зоти мурғи марҷон ба ҳисоб гирифта, вазни зиндаи умумии онҳоро барои хоҷагии парандапарварӣ ба осонӣ ҳисоб кардан мумкин аст:

$$B_{kij}(t) = N_{kij}(t) \cdot M_{kij}(t), k = 1,2; i = 1,2,3,4,5,6; j = 1,2,3,$$

$$B_{all} = \sum_{k=1}^2 \sum_{i=1}^6 \sum_{j=1}^3 B_{kij}(t),$$

ки дар ин ҷо бо ёрии $M_{kij}(t)$ вазни зиндаи индивиди синфи тақсимотии j -юм дар марҳилаи парвариши i -юм барои зоти k -уми мурғи марҷон дар лаҳзаи вақти t ишорат шудааст. Бо ёрии $N_{kij}(t)$ ва $B_{kij}(t)$, мувофиқан, миқдори умумии индивидҳо ва вазни зиндаи умумии онҳо барои ҳар як зот ва синфи тақсимотӣ ишорат карда шудаанд. Ишораи B_{all} бошад, вазни зиндаи умумии мурғони марҷони тамоми хоҷагии парандапарвариро ифода менамояд.

Ҳамин тариқ, дар равиши таҳқиқот системаи ду муодилаи дифференсиалии одии ғайрихаттӣ сохта шудааст, ки суръати афзоиши вазни зиндаи мурғони марҷони зотҳои сафеди синапахн ва маҳаллиро ҳамчун функцияҳои мултипликативии омилҳои дохилӣ (ғизо, об ва солиммонӣ) ва беруна (ҳарорат, намнокӣ ва рӯшноӣ) тасвир менамоянд. Истифодаи функцияи эмпирикии Пюттер ҳамчун заминаи генетикӣ имкон дод, ки ҳудуди ниҳони асимптотикии афзоиши вазн муайян карда шавад [2; 4-5; 167; 193-194].

Саҳви нисбии миёнаи ҳисоббарориҳои амсилавӣ нисбат ба маълумоти ҷадвалӣ (ε) дар фосилаи рӯзҳои 1-120-ум 3-5%-ро ташкил медиҳад, ки ин аз мутобиқати сатҳи баланди амсилаи математикӣ бо равандҳои биологӣ шаҳодат медиҳад. Зоти сафеди синапахн нисбат ба навъи маҳаллии мурғи марҷон дар муҳити амсилавӣ суръати афзоиши баландтар ва самаранокии генетикии беҳтарро намоиш дод.

Ҳисобкунии коэффитсиенти самаранокии ғизо (FSR) собит сохт, ки аз ҷиҳати иқтисодӣ парвариши ҳарду зот то фосилаи рӯзҳои 120-180-ум ғоидаовар аст ($FSR < 4$). Пас аз рӯзи 210-ум суръати афзоиши вазни зинда

паст гардида, харочоти таъмини ғизо меафзояд. Ин нишон медиҳад, ки дар ин давра энергияи ғизоӣ танҳо барои метаболизми нигоҳдории организми паранда сарф мешавад.

Амсилаи математикии пешниҳодшуда имкон медиҳад, ки мониторинги автоматикунонидашудаи вазни зиндаи мурғи марҷон дар истехсолот ҷорӣ карда шавад. Барои ҳадафҳои гӯшӣ муҳлати оптималии парвариш 120-180 рӯз тавсия дода мешавад. Парвариши паранда ба муҳлати то 410 рӯз, танҳо бо мақсади нигоҳ доштани захираи генетикӣ асоси илмӣ дорад.

Хулосаҳои мазкур тамоми занҷираи таҳқиқотро, сар аз ҳалли системаи муодилаҳои дифференсиалӣ, то пешгӯии самаранокии иқтисодӣ аз соҳаи мурғимарҷонпарварӣ дар бар мегирад.

Хулосаҳои боби чорум

Дар боби мазкур барои муайян кардани синфи тақсимотии беҳтарин байни вазнҳои зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимотии популятсияҳои мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллӣ таҳлили қиёсӣ гузаронида шудааст. Таҳлилҳо ошкор сохтанд, ки бо сабаби асимптотаҳои баландтари вазнӣ доштани индивидҳои синфҳои тақсимотии популятсияи мурғи марҷони навъи маҳаллӣ, онҳо дар интиҳои марҳилаи парвариш нисбат ба синфҳои тақсимотии индивидҳои популятсияи мурғи марҷони зоти сафеди синапахн нишондиҳандаҳои баландтар нишон доданд. Синфи тақсимотии M^+ зоти мазкур барои пешбурди корҳои селекционӣ пешниҳод шудааст.

Таҳлилҳои графикӣ ва формулавии боби чорум нишон доданд, ки раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон ба нишондиҳандаҳои оптималии оби ошомиданӣ, ҳарорат, рӯшноӣ ва намнокии ҳавои дохили бинои мурғхона алоқамандии мустақим дорад. Ташкил ва нигоҳ доштани сатҳи оптималии ин омилҳои таъсиррасон дар дохили биноҳои мурғхона бисёр муҳим дониста шудааст.

Бо истифода аз рамзҳои барномавии забони барномасозии Python барои ҳамаи омилҳои дохилӣ ва берунаи таъсиррасон функсияҳои мувофиқи

математикӣ сохта шудаанд. Функсияҳои сохташуда танҳо дар ҳудудҳои муқарраршудаи вазни зиндаи мурғи марҷон амал мекунанд. Онҳо барои автоматикунонии раванди парвариши мурғони марҷон дар мурғхонаҳо ва сохтани алгоритмҳои идоракунии микроиқлими дохили биноҳои мурғпарварӣ тавсия дода мешаванд.

Махсусияти беҳамтои амсилаи математикии дар ин боб таҳияшуда дар универсалӣ будани он қайд гардидааст. Амсилаи мазкурро дар ҳисобкуниҳои суръати афзоиши вазни зиндаи индивидҳои ҳамаи синфҳои тақсимотии мурғони марҷони зотҳои сафеди синапахн ва маҳаллӣ истифода бурдан мумкин аст.

Тибқи натиҷаҳои амсилавӣ дар фосилаи рӯзҳои 1-120-уми марҳилаи парвариш саҳви нисбии миёнаи ҳисоббарориҳо аз 3-5% камтар аст, зеро дар ин фосила функсияҳои истеъмолии ғизо ва об бисёр ғаёлона амал кардаанд. Ғаёлии ин функсияҳо боиси бо суръати баланд афзоиш ёфтани вазни зиндаи мурғони марҷон гардидааст. Суръати максималии афзоиши вазн дар байни рӯзҳои 80-120-ум ба амал омадааст. Бинобар ин, давраи мазкур барои нигоҳубини оптималии паранда давраи муҳимтарин ҳисоб карда шудааст.

Саҳви максималӣ ба рӯзи 56-уми парвариш рост омадааст ($\sim 4,5\%$), ки ин барои амсилаҳои навъи биологии СМДО натиҷаи хеле олӣ ба ҳисоб меравад. Дар рӯзҳои 121-410-уми марҳилаи парвариш вазни зиндаи амсилавӣ ба вазни максималии ҷадвалӣ наздик шудааст, ки ин аз дурустии кори амсила далолат медиҳад.

ХУЛОСАҲО

1. Натиҷаҳои асосии илмӣ диссертатсия

Таҳқиқи ҳаёту фаъолияти индивидҳои синфҳои тақсимотии популятсияҳои мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллии дар шароити иқлимии хоҷагиҳои парандапарварии Тоҷикистон парваришбанда яке аз масъалаҳои мубрами муосир ба ҳисоб рафта, дар ҳолати илман муайян кардан ва ба таври оптималӣ танзим намудани омилҳои табиӣ ба фаъолияти онҳо таъсиррасонанда имконият ба вуҷуд меояд, ки самаранокии маҳсулнокии онҳо баланд бардошта шавад. Маҳз аз ҳамин дидгоҳ дар таҳқиқоти диссертатсионӣ бо истифода аз усулҳои муосири амсиласозии концептуалӣ, математикӣ ва компютерӣ динамикаи рушди теъдод ва вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимотии популятсияҳои мурғони марҷони зотҳои зикршуда мавриди таҳлили амиқ қарор дода шудаанд.

Натиҷаҳои дар раванди таҳқиқот ҳосилшуда ҷанбаҳои илмӣ ва амалӣ дошта, онҳоро дар пешбурди соҳаи кишоварзӣ, хусусан, дар идоракунии илмӣ фаъолияти хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ истифода бурдан ба мақсад мувофиқ аст. Навгониҳои дар соҳаи амсиласозӣ бадастомада метавонанд дар таҳияи стратегияҳои самарабахши танзими хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ истифода шаванд (Замимаи 1).

Усулҳои таҳқиқу таҳлили илмӣ дар ҷараёни кӯшишҳои диссертатсионӣ татбиқшуда, ки дар пояи методологияи диди системавӣ ва концепсияи илмӣ ташхиси компютерӣ шакл гирифтаанд, мазмуни хулосаҳои таҳқиқотро дар шакли бандҳои зерин ҷамъбаст менамоянд [1-М–17-М]:

1. Таҳлили адабиёти соҳавӣ собит сохт, ки соҳаи мурғимарҷонпарварӣ дар қатори дигар соҳаҳои кишоварзӣ метавонад дар болоравии иқтисодиёти аграрӣ ва таъмини амнияти озуқаворӣ нақши муассир бозад. Соҳаи мазкурро дар шароити иқлимии Тоҷикистон, хусусан дар минтақаҳои кӯҳӣ ва

наздикӯҳӣ ба соҳаи муҳимми истеҳсоли ва технологии истеҳсоли гушти паранда табдил додан мумкин аст [11-М; 17-М]. Муайян карда шудааст, ки:

1.1. Омилҳои асосии дастрасӣ ба истифодаи васеъ ва самарбахши маҳсулоти мурғи марҷон – ин ташкили дурусти сохтори мурғхона, назорати катъии ҳолати санитарӣ, ратсиони оптималӣ ва шароити зарурии муҳити зисти паранда доништа мешаванд. Дар ин радиф, банақшагирӣ ва татбиқи чораҳои зарурии санитарӣ зидди пайдоиш ва паҳншавии бемориҳои сироятии паранда муҳим арзёбӣ карда мешавад [10-М; 13-М];

1.2. Ҷӯстани чораҳои беҳдошти саломатии индивидҳои мурғи марҷон якҷо бо таъмини ғизои тавозуннок гарави равнақи соҳаи мурғимарҷонпарварӣ ба ҳисоб меравад, ки бе истифодаи усулҳои амсиласозӣ онҳоро дуруст ташкил кардан ғайри имкон аст [9-М];

1.3. Амсиласозии динамикаи миқдор ва вазни зиндаи мурғи марҷон ба оптимизатсияи равандҳо ва захираҳои истеҳсоли мусоидат мекунад. Барои амсиласозии концептуалии популятсияи мурғи марҷон омилҳои таъсиррасони зиёди ҳам берунӣ ва ҳам дохилиро ба инобат гирифтани лозим аст: ҳарорат, намӣ, рӯшноӣ, арзиш ва сифати ғизо, доруворӣ, шароити нигоҳдорӣ, гигиенаи бинои мурғпарварӣ, талабот ба ғӯшт, хусусиятҳои генетикии зоти мурғ ва ғайра [14-М];

1.4. Дар заминаи амсилаи концептуалӣ, ки асосан сохтори истеҳсолии равандҳои мурғимарҷонпарвариро инъикос менамояд, амсилаҳои математикӣ ва компютерӣ ба он мувофиқ сохта шудаанд. Амсилаҳои таҳияшуда дар ҳисобкуниҳои афзоиши миқдори умумӣ, динамикаи рушди биомасса, маҳсулнокии мурғи марҷон дар марҳилаҳои гуногуни ҳаёташ, истеҳсоли ҳаҷми оптималии ғӯшти мурғони синну соли молӣ ва ояндабинии рушди соҳаи мазкур истифода шуда, бар пояи маълумоти эмпирикӣ оид ба динамикаи тухмгузорӣ ва таҷрибаҳои саҳроӣ устувор гардонида шудаанд [15-М].

2. Ҷараёни таҳқиқот нишон дод, ки барои дар шароити хоҷагии мурғимарҷонпарварӣ оптимизатсия кардани равандҳои парвариши мурғи

марчон, бояд марҳилаҳои асосии рушду инкишофи он таҳлил карда шаванд. Барои ҳалли ин масъалаи истеҳсолӣ, истифодаи технологияҳои амсиласозӣ муҳим арзёбӣ шудааст. Зеро истифодаи технологияҳои мазкур метавонад ба фаҳмиши амиқтари равандҳои мурғимарчонпарварӣ мусоидат намояд:

2.1. Қайд гардидааст, ки амсиласозии марҳилаҳои асосии сикли ҳаёти мурғи марчон бояд ба ҳадафҳо ва шароити мушаххаси парвариш мутобиқ карда шавад. Истифодаи нормафзорҳои муосири амсилавӣ метавонанд ба осон идора кардани равандҳои парвариши он мусоидат намоянд. Амсилаи компютери бар асоси амсилаи концептуалӣ рӯйи кор омада, бояд ба таҳлили сценарияҳои гуногуни рушди мурғимарчонпарварӣ ва ноил шудан ба натиҷаҳои максималии истеҳсолӣ нигаронида шавад [14-M];

2.2. Дар раванди таҳқиқот инчунин равшан гардид, ки тавассути усули амсиласозӣ метавон бо эътимоди баланд қонуниятҳои сертухмии мурғи марчонро кашф кард, синфҳои тақсимотии мурғони тухмдеҳро дуруст ташаккул дод. Муайян карда шуд, ки бо истифода аз амсилаи математикии такмилёфтаи Мак-Миллан динамикаи сертухмии мурғи марчонро дақиқ арзёбӣ намудан ва фарқияти меъёрҳои коҳишу зиёдшавии ин динамикаро вобаста ба синфҳои тақсимотӣ саҳеҳ гардонидан имконпазир аст [7-M;12-M].

3. Дар чараёни таҳқиқот равшан гардид, ки бо истифода аз усули таҳлили қиёсӣ аз байни якчанд амсилаи математикӣ амсилаи мувофиқтаринро барои тасвир ва пешгӯии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марчон муайян кардан мумкин аст. Дурустии ин нуктаро таҳлилҳои математикӣ ва биологӣ баргузоршуда тасдиқ намуданд:

3.1. Таҳлилҳои қиёсии дар байни панҷ амсила гузаронидашуда нишон доданд, ки амсилаҳои хаттӣ, дараҷавӣ ($r = 0,5$; $r = 2$) ва экспоненсиалӣ талаботи биологӣ тавсифи афзоиши вазни зиндаи мурғи марчонро қонеъ карда наметавонанд. Амсилаи ягонае, ки раванди сершавии физиологӣ ва марҳилаҳои алоҳидаи кинетикаи афзоиши вазни зиндаро дуруст инъикос карда метавонад ва графикаш нуктаи қатжавӣ дорад, амсилаи логистикӣ мебошад [5-M];

3.2. Навбати дуҷуми баргузори таҳлилҳои қиёсӣ ба татбиқшавандагии ду варианти гуногунмазмунӣ амсилаи математикии s-шакли Берталанффи бахшида шудааст. Варианти якумӣ ин амсила дар чор ҳолат (гунаи иқтибосӣ ва се гунаи такмилёфта) таҳлил шудааст. Таҳлилҳои математикӣ ва биологӣ натиҷаҳои компютери варианти якумӣ ин амсила дар ҳамаи чор ҳолат қобили қабул набудани татбиқшавандагии худро собит сохтанд. Қачхаттаи варианти дуҷуми амсилаи Берталанффи нишон дод, ки раванди вазнгирии мурғӣ марҷон дорои фазаи муассири афзоиш буда, массаи биологӣ он аз рӯйи асимптота ба массаи максималиаш дуруст наздик мешавад [1-М];

3.3. Дар навбати сеюм имконоти татбиқшавандагии амсилаҳои Бричес ва Пюттер мавриди санҷиш қарор дода шудааст. Амсилаи Бричес дар ду вариант санҷида шудааст: иқтибосӣ ва такмилёфта. Таҳлилҳои математикию биологӣ дар сохтори варианти иқтибосӣ амсилаи Бричес баъзе ночуриҳои математикиро ошкор сохта, оид ба татбиқнашавандагии он хулоса пешниҳод намуданд. Варианти такмилёфтаи амсилаи Бричес бошад, ба истиснои надоштани хосияти чандирӣ, ҳамчун афзори хуби таҳқиқотӣ ба қайд гирифта шудааст [4-М];

3.4. Таҳлилҳои қиёсӣ муътаммалона собит сохтанд, ки амсилаи математикии Пюттер, ҳамчун афзори таҳқиқотии мукамалтарин, раванди афзоиши вазни зиндаи мурғӣ марҷонро дар тамоми зинаҳои марҳилаи парвариш куллан дуруст инъикос менамояд. Бо сабаби маъноӣ дурусти физиологӣ доштани параметрҳои амсила, дар дараҷаи баланд инъикос карда тавонистани мувофиқати визуалӣ ва биологӣ маълумоти таҷрибавӣ, амсилаи Пюттер амсилаи оптималии таҳқиқотӣ доништа шудааст [3-М; 4-М].

4. Таҳлилҳои қиёсӣ инчунин ошкор сохтанд, ки бо сабаби асимптотаҳои баландтари вазнӣ доштани индивидҳои синфҳои тақсимоти популятсияи мурғӣ марҷонӣ навъи маҳаллӣ, онҳо дар интиҳои марҳилаи парвариш нисбат ба синфҳои тақсимоти индивидҳои популятсияи мурғӣ марҷонӣ зоти сафеди синапахн нишондиҳандаҳои баландтар нишон доданд. Синфи тақсимоти

M^+ , ҳамчун синфи тақсимоии беҳтарини зоти маҳаллӣ, барои пешбурди корҳои селексионӣ тавсия шудааст [6-M];

4.1. Дар раванди таҳқиқот системаи ду муодилаи дифференсиалии одии ғайрихаттӣ сохта шудааст, ки суръати афзоиши вазни зиндаи мурғони марҷони зотҳои сафеди синапахн ва маҳаллиро ҳамчун функцияҳои мултипликативии омилҳои дохилӣ (ғизо, об, солиммонӣ) ва беруна (ҳарорат, намнокӣ, рӯшноӣ) тасвир менамоянд. Ба сифати заминаи генетикӣ функцияи эмпирикии Пюттер қабул шудааст, ки ҳудуди асимптотикии афзоиши вазнро муайян мекунад. Амсилаи математикии таҳияшуда имкон медиҳад, ки дар истеҳсолот мониторинги автоматии вазни зинда чорӣ карда шавад [3-M;9-M];

4.2. Саҳви нисбии миёнаи ҳисоббарориҳои амсилавӣ нисбат ба маълумоти чадвалӣ (ϵ) дар фосилаи рӯзҳои 1-120-ум ба 3-5% баробар аст, ки аз мутобиқати баланди амсилаи математикӣ бо равандҳои биологӣ шаҳодат медиҳад. Дар ин давра зоти сафеди синапахн нисбат ба зоти маҳаллӣ суръати афзоиши баландтар ва самаранокии генетикии беҳтарро намоиш дод [8-M];

4.3. Ҳисобкунии коэффитсиенти самаранокии ғизо (FSR) собит сохт, ки аз ҷиҳати иқтисодӣ парвариши ҳарду зот то фосилаи рӯзҳои 120-180-ум ғоидаовар аст ($FSR < 4$). Пас аз рӯзи 210-ум суръати афзоиши вазни зинда паст шуда, хароҷот барои ғизодиҳӣ меафзояд, яъне дар ин давра энергияи ғизоӣ танҳо барои нигоҳ доштани метаболизми организми паранда сарф мешавад. Барои расидан ба ҳадафҳои гӯштӣ, муҳлати оптималии парвариш 120-180 рӯз тавсия дода мешавад. Парвариш ба муҳлати то 410 рӯз танҳо барои идомаи захираи генетикӣ асоси илмӣ дорад [6-M];

Натиҷаҳои асосии ҳисоббарориҳои амсилавӣ инҳоянд:

4.4. *Натиҷаҳои биологӣ:* Зоти СС дар марҳилаи миёна (рӯзҳои 84-210-ум) суръати баланди метаболикӣ нишон дод, ки дар график бо наздикшавии зуд ба M_{maxCC} тасвир ёфтааст. Зоти NM афзоиши муътадил нишон дода, дар давраи ниҳой (баъди 300 рӯз) аз ҷиҳати вазн каме пеш гузаштааст. Пас аз рӯзи 210-ум нишондиҳандаи FSR барои ҳарду зот якбора боло рафтааст. Зеро дар ин давра суръати афзоиши вазн паст гашта, парандаҳо истеъмоли ғизоро

дар сатҳи тақрибан $0,27 \text{ кг/шб}$ танҳо барои нигоҳ доштани ҳаёти худ давом медиҳанд [2-М; 3-М];

4.5. *Натиҷаҳои иқтисодӣ*: Зоти сафеди синапахн нисбат ба зоти маҳаллӣ аз ҷиҳати иқтисодӣ ғоидаовартар аст, зеро FSR-и он дар тамоми марҳилаҳо аз FSR-и зоти маҳаллӣ камтар аст. Нуқтаи оптималии забҳ барои ҳарду зот ба фосилаи рӯзҳои 120-180-ум рост меояд. Баъд аз рӯзи 210-ум нишондиҳандаҳои FSR якбора боло мераванд, ки ин боиси гарон шудани арзиши аслии гӯшти мурғони марҷон мегардад. Дар рӯзи 450-ум (берун аз фосилаи парвариш) нишондиҳандаҳои FSR-и ҳарду зоти мурғи марҷон тақрибан ба 6 баробар аст, ки аз ҷиҳати иқтисодӣ зараровар будани нигоҳдории онҳоро нишон медиҳад [2-М];

4.6. *Натиҷаҳои амсилавӣ*: Аз нуқтаи назари амсиласозии математикӣ вақти оптималии қатъи парвариш барои зоти СС ба рӯзҳои 130-160-ум ва барои зоти NM ба рӯзҳои 125-150-ум рост меояд. Парвариши мурғи марҷон то рӯзи 410-ум танҳо дар сурати эҳтиёҷ ба истеҳсоли тухм ё нигоҳ доштани галаи модариву нарина мантиқ дорад. Азбаски саҳви нисбии миёнаи ҳисоббарориҳои амсилавӣ (ϵ) аз 5% камтар аст, ҷадвали нишондиҳандаҳои FSR(t)-ро барои банақшагирии хароҷоти хӯрокаи паранда истифода бурдан мумкин аст [2-М; 8-М];

4.7. *Натиҷаҳои умумӣ*: Ҳалли СМДО бо дақиқияти баланд собит сохт, ки стратегияи дарозмуддати парвариши мурғи марҷон (то 410 рӯз)-ро танҳо бо мақсади пешбурди корҳои селексионӣ ё истеҳсоли тухми паранда қабул кардан ба мақсад мувофиқ аст. Барои истеҳсоли гӯшт амсилаи математикӣ фосилаи рӯзҳои 120-180-умро беҳтарин фурсат ҳисоб мекунад [2-М; 6-М].

Аз хулосаҳои таҳқиқотӣ аён гардид, ки натиҷаҳои диссертатсионӣ эътимодноқ мебошанд. Дар амалияи истеҳсолот ҷорӣ намудани ин натиҷаҳо метавонад ба ғайолияти хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ таъсири мусбат расонад ва ба самаранокии ғайолияти онҳо вусъат бахшад. Хулосаҳои мазкур тамоми занҷираи таҳқиқотро, оғоз аз ҳалли системаи муодилаҳои дифференсиалӣ то пешгӯии самаранокии иқтисодӣ дар бар мегирад.

2. Тавсияҳо оид ба истифодаи амалии натиҷаҳо

Чамъбаст ва умумигардонии натиҷаҳои илмӣ ҳосилшуда имкон медиҳанд, ки ба хоҷагиҳои парандапарварӣ ва ихтисосҳои дахлдори муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ як қатор тавсияҳои методӣ пешниҳод карда шаванд:

- хоҷагиҳои мурғимарчонпарварӣ метавонанд аз афзори таҳқиқотии ҳосилшуда дар муайянкунӣ ва арзёбии таъсири омилҳои табиӣ ва иқлимӣ (ҳарорат, намнокӣ, рӯшноӣ) ба равандҳои ташаккул ва рушди сиклҳои ҳаёту фаъолияти мурғи марчон истифода баранд;

- ихтисосҳои дахлдори муассисаҳои таҳсилоти олии касбии самтҳои биологӣ ва аграрӣ метавонанд технологияҳои амсиласозии таҳияшударо ҳамчун маводди таълимии таҳассусӣ ба донишҷӯёни курсҳои болоӣ омӯзонанд ва сатҳи оғаҳии онҳоро дар ҷодаи дарки хусусиятҳои популятсияи мурғи марчон боло баранд;

- аз рӯйи натиҷаҳои илмӣ таҳқиқоти диссертатсионӣ барои мутахассисон ва хоҷагиҳои мурғимарчонпарварӣ ташкили курсҳои тақмили ихтисос ва рушди малакаҳои касбӣ, барои донишҷӯёни бахшҳои мувофиқи Донишгоҳи аграрии Тоҷикистон ба номи Шириншох Шоҳтемур, ихтисосҳои информатика ва биологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон (Замимаи 2) ташкили курсҳои махсуси лексионӣ ва амалӣ ба мақсад мувофиқ мебошад.

АДАБИЁТ

1. Феҳристи сарчашмаҳои истифодашуда

- [1] *Авдонин, Б. Ф.* Содержание птицы в жаркий сезон года [Текст] / Б.Ф. Авдонин, В.С. Крюков // Сельское хозяйство за рубежом. Животноводство. – 1981. – № 7. – С. 60-64.
- [2] *Авраменко, В. И.* Разведение индеек [Текст] / В.И. Авраменко. – М. Донецк: АСТ Сталкер. – 2001. – 62 с.
- [3] *Агеев, В. Н.* Кормление птицы [Текст] / В.Н. Агеев, И.А. Егоров, Т.М. Околелова, И.М. Авраменко // Разведение индеек. – М.: АСТ, 2004. – 64с.
- [4] *Агровести* [Электронный ресурс] // <https://agrovesti.net/lib/industries/poultry/obzor-rynka-myasa-indejki.html>) (Дата обращения: 16.12.22).
- [5] *Агроинвестор* [Электронный ресурс] // <https://www.agroinvestor.ru/markets/news/37417-proizvodstvo-indeyki-vyroslo-pochti-na-23/> (Дата обращения: 16.12.2022).
- [6] *Агроклиматические ресурсы* Таджикской ССР [Текст] // Агроклиматические ресурсы территории: Условия проведения полевых работ. Ч.1. – Л: Гидрометиздат, 1976. – 216 с.
- [7] *Акимов, В.* О сроках откорма индюшат [Текст] / В. Акимов, Л. Беляева, Ж. Белега // Птицеводство. – 1999. – №. 4. – С. 35-38.
- [8] *Алексеев, Ф. Ф.* Технология производства мяса индеек. Методические рекомендации [Текст] / Ф.Ф. Алексеев, Ю.А. Белозеров, С.А. Воробьев и др. – Загорск, 1987. – 60 с.
- [9] *Артюшина, Т. В.* Усовершенствование кросса индеек «Великан» (В-12) [Текст] / Т. Артюшина, А. Бальников, Я. Василюк // Птицеводство. – 2010. – № 4. – С. 48-49.
- [10] *Базыкин, А. Д.* Математическая биофизика взаимодействующих популяций [Текст] / А.Д. Базыкин. – М.: Наука, 1985. – 182 с.

[11] *Бақоев, О.* Парвариши мурғи марҷони сафеди синапахм (универсалӣ) дар Тоҷикистон [Матн] / О. Бақоев, Ш.Р. Мирзоахмедов, Н. Мирзоев, У. Қосимов. – Душанбе, 2012. – 26 с.

[12] *Барномаи* маҷмуавии рушди соҳаи чорводорӣ, парандапарварӣ, моҳипарварӣ ва занбӯриасалпарварӣ дар Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2023-2027. – Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 01.03.2023, № 52.

[13] *Барномаи* рушди илмҳои табиатшиносӣ, риёзӣ ва техникӣ барои солҳои 2010-2020. – Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон аз 27.02.2010, № 89.

[14] *Безручко, Б. П.* Математическое моделирование и хаотические временные ряды [Текст] / Б.П. Безручко, Д.А. Смирнов. – Саратов: ГосУНЦ «Колледж», 2005. – 320 с.

[15] *Белуха, А. Ф.* Выращивание ремонтного молодняка индеек с использованием клеточных батарей [Текст] / А.Ф. Белуха, И.Н. Гаплевский // Научные труды ВАСХНИЛ. – 1988. – № 23. – С. 24-25.

[16] *Билаш, Г. Д.* Условия медосбора и особенности различных рас пчёл [Текст] / Г.Д. Билаш // Пчеловодство. – Москва, 1963. – № 5. – С. 32-36.

[17] *Бобозода, О. С.* Баҳисобгирии истеъмол ва сарфи хӯрок ба вазнафзункунии мурғи марҷони ирсиятҳои гуногун [Матн] / О.С. Бобозода, Д.Д. Эргашев, Д.Қ. Комилзода, С.Т. Норбобоева // Кишоварз. – № 1 (86). – 2020. – С. 69-72.

[18] *Бобозода, О. С.* Натиҷаи парвариши ҷавонаҳои ирсиятҳои гуногуни мурғи марҷон [Матн] / О.С. Бобозода // Кишоварз. – № 1 (81). – 2019. – С. 93-94.

[19] *Бобозода, О. С.* Натиҷаи парвариши ҷавонаҳои мурғи марҷони ирсиятҳои гуногун [Матн] / О. Бобозода, Д. Комилзода, Д. Эргашев, Ш.Бозоров // Гузоришҳои АИКТ. – № 3 (53). – 2017. – С. 43.

[20] *Бобозода, О. С.* Омӯзиши муқоисавии сифатҳои маҳсулнокии мурғи марҷони зоти сафеди қафасаи синапахм ва популятсияҳои маҳаллӣ дар

шароити Ҷануби Тоҷикистон [Захираи электронӣ] // <http://vakroygohi.dodaho.tj/koa/dissertatsiya/display.php> (Санаи мурочиат: 27.12.22).

[21] *Бобозода, О. С.* Санҷиши назоратии қассобӣ, рушди анатомии узвҳои дарунӣ ва баҳодиҳии сифати ғӯшти мурғи марҷони ирсиятҳои гуногун [Матн] / О.С. Бобозода, Д.Қ. Комилзода, Д.Д. Эргашев, Ш.Э. Бозоров // Кишоварз. – №1 (86). – 2020. – С. 65-68.

[22] *Бобозода, О. С.* Хусусиятҳои маҳсулноки ва ирсии мурғи марҷони популятсияҳои маҳаллӣ ва хориҷӣ [Матн] / О.С. Бобозода, Д.Қ. Комилзода, Д.Д. Эргашев // Гузоришҳои АИКТ. – № 3 (57). – 2018. – С. 58-60.

[23] *Болдыров, С. Я.* Регулирование температуры и влажности воздуха в зимовниках [Текст] / С.Я. Болдырев // Вопросы промышленной технологии производства продуктов пчеловодства. – Рязан, 1978. – С. 173-190.

[24] *Болотников, И. А.* Практическая иммунология сельскохозяйственной птицы [Текст] / И.А. Болотников, Ю.В. Конопатов. – СПб: Наука, 1993. – 340 с.

[25] *Бондаренко, Н. Ф.* Моделирование продуктивности агроэкосистем [Текст] / Н.Ф. Бондаренко, Е.Е. Жуковский, И.Г. Мушкин. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 142 с.

[26] *Брайен, М.* Общественные насекомые: экология и поведение [Текст] / М. Брайен. – М.: Мир, 1986. – 400 с.

[27] *Влажность воздуха в жизни пчёл* [Электронный ресурс] // <http://apiary.su/biologiya-pchelinoj-semi/vlazhnost-vozduha-v-zhizni-pchyol> (Дата обращения: 01.11.22).

[28] *Воинов, А. А.* Имитационная модель Кайраккумского водохранилища [Текст] / А.А. Воинов, Ф.С. Комилов. – М.: ВЦ АН СССР, «Сообщения по прикладной математике», 1986. – 40 с.

[29] *Воинов, А. А.* Имитационная модель экосистемы Нурекского водохранилища [Текст] / А.А. Воинов, Ф.С. Комилов // Известия Академии

наук Таджикской ССР. Отд-ние биол. наук. – Душанбе, 1984. – № 3 (96). – С. 76-82.

[30] *Воинов, А. А.* Моделирование экосистемы водохранилищ реки Вахш [Текст] / А.А. Воинов, Ф.С. Комилов. – Душанбе: ТаджикНИИНТИ, 1985. – 39 с. – EDN: HPLRRU.

[31] *Гадоев, А. Ф.* Разработка и реализация управленческих решений на предприятиях легкой промышленности Таджикистана в условиях ускоренной индустриализации. Монография [Текст] / А.Ф. Гадоев, А. Абдалимов, Ф.С. Комилийн. – Душанбе: Бахманруд, 2022. – 155 с.

[32] *Гасилина, В.* Качество мяса индеек [Текст] / В. Гасилина, И. Максимова // Птицеводство. – № 6. – 2010. – С.45-46.

[33] *Гаффоров, А. Қ.* Парвариш ва хӯронидани мурғи марҷон [Матн] / А.Қ. Гаффоров, Ш.Т. Раҳимов. – Душанбе, 2012. – 90 с.

[34] *Гелашвили, Д. Б.* Экологическое зонирование территорий с учетом роли сохранившихся естественных экосистем [Текст] / Д.Б. Гелашвили, В.А. Басуров, Г.С. Розенберг, А.Я. Моничев, И.И. Пуртов, В.В. Сидоренко // Поволжский экологический журнал. – Киев, 2003. – № 2. – С. 99-108.

[35] *Глебова, Ю. А.* Модель прогнозування природної резистентності яєчних курей у ранньому онтогенезі [Текст] / Ю.А. Глебова // Ефективне птахівництво. – 2010. – № 1. – С. 35-38.

[36] *Деккер К.* Устойчивость методов Рунге-Кутты для жестких нелинейных дифференциальных уравнений [Текст] / К. Деккер, Я. Вервер. – М.: Мир, 1988. – 334 с.

[37] *Джефферс Дж.* Введение в системный анализ: применение в экологии [Текст] / Дж. Джефферс. – М.: Мир, 1981. – 256 с.

[38] *Жилин, Т. О.* Продуктивность и естественная резистентность индеек кросса BIG-6 при использовании биологически активных добавок «Глималаск лакт» и «Агроцид супер олиго» [Электронный ресурс] //

<https://www.dissercat.com/content/produktivnost-i-estestvennaya-rezistentnost-indeek-krossa-big-6-pri-ispolzovanii-biologiches> (Дата обращения: 05.02.24).

[39] *Загородняя, А. Е.* Влияние минеральных добавок на весовые качества

индеек [Текст] / А.Е. Загородняя, В.А. Столяров // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2019. – Т. 239. – № 3. – С. 125-128.

[40] *Зайнудинов, С. З.* Разработка концептуальной модели экосистемы рыбоводного пруда и её исследование на качественную устойчивость [Текст] / С.З. Зайнудинов, Ф.С. Комилов, С.Х. Мирзоев, Ф. Акобирзода // Интерактивная наука. – 2016. – № 4. – С. 18-22. – EDN: WACTZB.

[41] *Заславский, Б. Г.* Управление экологическими системами [Текст] / Б.Г. Заславский, Р.А. Полуэктов. – М.: Наука, 1988. – 296 с.

[42] *Информация* по откорму индеек [Электронный ресурс] // <https://www.kartzfehn.de> (Дата обращения: 27.12.22).

[43] *Канивец, В. А.* Новые интенсивные технологии выращивания и откорма индеек в клеточных батареях КБИ-1-00.000 и КБИ-2-00.000. Монография [Текст] / В.А. Канивец, В.А.Погодаев. – Ставрополь: Сервисшкола, 2014. – 128 с.

[44] *Канивец, В. А.* Популяционно-генетические особенности индеек линии У1 и У2 кросса «Универсал» [Текст] / В.А. Канивец, О.Н. Петрухин, Л.А. Шинкаренко, В.П. Терлецкий // Птицеводство. – 2011. – № 9. – С. 10-12.

[45] *Канивец, В.* Индейководство России [Текст] / В. Канивец, Л. Шинкаренко // Птицеводство. – 2009. – № 11. – С. 14.

[46] *Каплин, В. Г.* Биоиндикация состояния экосистем [Текст] / В.Г. Каплин. – Самара, 2001. – 143 с.

[47] *Карпов, Ю.* Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5 [Текст] / Ю. Карпов. – СПб: БХВ-Петербург, 2005. – 400 с.

[48] *Кипятков, В. Е.* Мир общественных насекомых [Текст] / В.Е. Кипятков. – Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1991. – 408 с.

[49] *Кириянова, Т. В.* Влияние температуры помещения и уровня обменной энергии в рационах на эффективность выращивания бройлеров [Текст] / Т.В. Кириянова, В.И. Коноплева // Труды ВНИТИП. – 1970. – Т. 35. – С. 68-73.

[50] *Коваленко, В. П.* Селекційногенетичні функції у птахівництві [Текст] / В.П. Коваленко, В.П. Бородай, Н.П. Пономаренко // Вісник аграрної науки. – 2007. – № 9. – С. 41-43.

[51] *Коломбет Е. А.* Микроэлектронные средства обработки аналоговых сигналов [Текст] / Е.А. Коломбет. – М.: РИС, 1991. – 376 с.

[52] *Комилзода, Д. Қ.* Парвариш ва нигоҳубини мурғи марҷон дар шароити хоҷагиҳои шахсию фермерӣ. Дастури таълимӣ [Матн] / Д.Қ. Комилзода, Ш.Т. Раҳимов, Ш.Р. Мирзоахмадов. – Душанбе, 2009. – 40 с.

[53] *Комилзода, Д. Қ.* Тавсиянома оид ба парвариши мурғи марҷони кросси «Сафеди қафаси синапахм» дар шароити Тоҷикистон [Матн] / Д.Қ. Комилзода, Д.Д. Эргашев, О.С. Бобозода, Ш.Э. Бозоров, С.Т. Норбобоева, Ш.Р. Мирзоахмедов, Н. Мухамедов, О. Бақоев. – Душанбе: Донишварон, 2016. – 28 с.

[54] *Комилиён, Ф. С.* Амсилаи концептуалии низоми иттилоотии идоракунии сифати хизматрасониҳои таълимӣ дар муассисаи таҳсилоти олии касбӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, З.Ф. Раҳмонзода // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва ҷамъиятӣ. – 2021. – № 3. – С. 127-135.

[55] *Комилиён, Ф. С.* Амсилаи концептуалии таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо ба фаъолияти оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Данғара. – 2023. – № 1 (23). – С. 11-21.

[56] *Комилиён, Ф. С.* Амсиласозии компютери динамикани популясияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидов. – Душанбе: Меҳроҷ-Граф, 2019. – 154 с.

[57] *Комилиён, Ф. С.* Амсиласозии компютери системаи хизматрасонии шабакавии дар вақти дискретӣ бо тартиби инверсионӣ ва афзалияти тасодуфӣ амалкунандаи ПД КОА [Матн] / Ф.С. Комилиён, М.Р. Ёров // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2020. – № 2. – С. 68-79. – EDN: AJPQAI.

[58] *Комилиён, Ф. С.* Амсиласозии компютери ҳаёти гулмоҳӣ дар бассейн [Матн] / Ф.С. Комилиён, Ф.Т. Шамсов. – Душанбе: Ирфон, 2021. – 140 с. – EDN: IPOOTB.

[59] *Комилиён, Ф. С.* Амсиласозии математикии марҳилаҳои ҳаёти популясияи оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи давлатии Бохтар ба номи Носири Хусрав. – 2022. – № 2/1 (96). – С. 5-14.

[60] *Комилиён, Ф. С.* Амсиласозии математикии таъсири бемориҳои сирояткунанда ва организмҳои зараррасон ба рушди индивидҳои оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон. – 2024. – № 3 (58). – С. 135-147.

[61] *Комилиён, Ф. С.* Асосҳои методӣ ва дастгоҳии амсиласозӣ дар обанборҳо [Матн] / Ф.С. Комилиён, М.М. Абдурахмонов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2020. – № 3. – С. 80-88. – EDN: ULCVGE.

[62] *Комилиён, Ф. С.* Идоракунии компютери системаҳои иттилоотӣ хизматрасонӣ. Монография [Матн] / Ф.С. Комилиён, М.Р. Ёров. – Душанбе: Нӯшбод, 2023. – 154 с.

[63] *Комилиён, Ф. С.* Информатика. Китоби дарсӣ барои донишҷӯёни муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ. Ҷилди 1 [Матн] / Ф.С. Комилиён. – Душанбе: Донишварон, 2019. – 408 с. – EDN: HFLELO.

[64] *Комилиён, Ф. С.* Информатика. Китоби дарсӣ барои донишҷӯёни муассисаҳои таҳсилоти олии касбӣ. Ҷилди 2 [Матн] / Ф.С. Комилиён. – Душанбе: Донишварон, 2019. – 464 с. – EDN: RNYCDB.

[65] *Комилиён, Ф. С.* Информатикаи татбиқӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.С. Шарапов. – Душанбе: «О», 2009. – 368 с. – EDN: OVYRDS.

[66] *Комилиён, Ф. С.* Компютер ва иттилоот. Воситаи таълимӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, З.Ф. Раҳмонзода, Р.Ҷ. Давлатов, Б.Ф. Файзализода. – Душанбе: Маориф, 2015. – 136 с. – EDN: SWCBHW.

[67] *Комилиён, Ф. С.* Математическое моделирование экосистемы выростного карпового рыбоводного пруда тепловодного хозяйства [Текст] / Ф.С. Комилиён, Б.Э. Элмуродова // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2018. – № 6 (18). – С. 57-77. – EDN: DQJVP1.

[68] *Комилиён, Ф. С.* Методикаи татбиқи босамари технологияҳои иттилоотию коммуникатсионӣ дар омодагории иқтисодчиёни оянда. Монография [Матн] / Ф.С. Комилиён, Р.Ҷ. Давлатов. – Душанбе: Бахманруд, 2022. – 164 с.

[69] *Комилиён, Ф. С.* Мушкилоти амсиласозии математикӣ ва компютерии экосистемаҳои маҳзанҳои обӣ дар Тоҷикистон ва арзёбии динамикаи захираҳои биологии онҳо [Матн] / Ф.С. Комилиён // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои иҷтимоӣ-иқтисодӣ ва ҷамъиятӣ. – 2023. – № S4-1. – С. 98-118. – EDN: TWXPOJ.

[70] *Комилиён, Ф. С.* Тарҳрезии концептуалии популятсияи моҳиҳои экосистемаи обанбори пастоб [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – Душанбе, 2017. – № 1/3. – С. 99-104.

[71] *Комилиён, Ф. С.* Таҳлили математикии амсилаи марҳилаҳои ҳаёти оилаи занбӯри асал аз рӯйи хусусиятҳои ҷинсӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2022. – № 3. – С. 20-35.

[72] *Комилиён, Ф. С.* Усулҳои баҳисобгирии таъсири омилҳои табиӣ ва антропогенӣ дар амсилаи математикии ташаккул ва рушди марҳилаҳои ҳаёти оилаи занбӯри асал [Матн] / Ф.С. Комилиён, И.М. Саидзода // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2023. – № 2. – С. 5-18.

[73] *Комилиён, Ф. С.* Шабакаҳои компютерӣ ва сомонасозӣ. Воситаи таълимӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, З.Ф. Раҳмонзода. – Душанбе: Маориф, 2016. – 208 с. – ISBN: 978-99975-853-0-0 – EDN: KVZAIR.

[74] *Комилов Ф. С.* Трансформация математической модели в инструмент по прогнозированию динамики рыбной популяции экосистемы мелководного водохранилища [Текст] / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов, М.Р. Ёров, И.Л. Косимов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – Душанбе, 2017. – № 1-5. – С. 27-32.

[75] *Комилов, Ф. С.* Асосҳои информатика ва техникаи ҳисоббарор. Бейсик. Воситаи таълимӣ [Матн] / Ф.С. Комилов. – Душанбе, 1994. – 140 с. – EDN: FMBZMV.

[76] *Комилов, Ф. С.* Вобастагии байни омилҳои муҳити обӣ ва энергияи табодулотии моҳӣ [Матн] / Ф.С. Комилов, М.Р. Ёров, Ф.Т. Шамсов // Кишоварз. – 2018. – № 4 (80). – С. 85-89.

[77] *Комилов, Ф. С.* Выбор функции роста форели рыбноводной бассейновой системы для математического моделирования её отдельного этапа жизненного цикла [Текст] / Ф.С. Комилов, Ф.Т. Шамсов // Политехнический вестник. Серия: Интеллект. Инновации. Инвестиции. – 2019. – № 1 (45). – С. 37-42. – EDN: WJECML.

[78] *Комилов, Ф. С.* Имитационная модель динамики экосистемы макрофитного рыбноводного пруда. Монография [Текст] / Ф.С. Комилов, И.Л. Косимов. – Germania: LAP LAMBERT Academic Publishing (Project ID: #130070; ISBN 978-3-659-80543-1) // <https://www.lap-publishing.com/> – LAP:

OmniScriptum GmbH&Co. KG, Bahnhofstraße 28, D-66111 Saarbrücken, 2015. – 135 с.

[79] *Комилов, Ф. С.* Имитационное моделирование динамики экосистем водохранилищ [Текст] / Ф.С. Комилов. – Душанбе, 1996. – 142 с.

[80] *Комилов, Ф. С.* Имитационное моделирование управляемой высокопродуктивной экосистемы рыбоводного пруда [Текст] / Ф.С. Комилов, Д.С. Шарапов. – Душанбе: Сохибкор, 2000. – 80 с.

[81] *Комилов, Ф. С.* Информатика ва технологияҳои иттилоотӣ [Матн] / Ф.С. Комилов // Душанбе: Душанбе-принт, 2016. – 480 с.

[82] *Комилов, Ф. С.* Компьютерное моделирование экосистем водохранилищ [Текст] / Ф.С. Комилов. – Душанбе: Сохибкор, 2010. – 240 с. – EDN: LBRMMV.

[83] *Комилов, Ф. С.* Концептуальная модель экосистемы пруда с тремя видами рыб [Текст] / Ф.С. Комилов, И.Л. Косимов // Известия ВУЗов (Кыргызстан). – 2015. – № 7. – С. 6-9. – EDN: VKAQKR.

[84] *Комилов, Ф. С.* Математическая модель рыбной популяции экосистемы мелководного водохранилища [Текст] / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов, Ф.Т. Шамсов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2017. – № 1-3. – С. 18-25.

[85] *Комилов, Ф. С.* Математическое моделирование экосистем водохранилищ [Текст] / Ф.С. Комилов, А.А. Воинов, М.К. Юнусов. – Душанбе: Общество Знание, 1989. – 20 с.

[86] *Комилов, Ф. С.* Математическое моделирование экосистем водохранилищ [Текст] / Ф.С. Комилов, В.П. Пархоменко. – М.: ВЦ РАН, «Сообщение по прикладной математике», 2003. – 46с. – EDN: QKMEUH.

[87] *Комилов, Ф. С.* Математическое моделирование экосистемы рыбоводного пруда с двумя видами рыб [Текст] / Ф.С. Комилов, С.Х. Мирзоев, И.М. Саидов // Известия ВУЗов Кыргызстана. – 2016. – № 6. – С. 6-11.

[88] *Комилов, Ф. С.* О технологии концептуального моделирования экосистемы рыбоводного пруда с двумя видами рыб [Текст] / Ф.С. Комилов, С.Х. Мирзоев, И.М. Саидов // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2016. – № 5. – С. 37-39. – EDN: WDFGXZ.

[89] *Комилов, Ф. С.* Обменная энергия прудовой рыбы и её зависимость от внешних факторов водной среды [Текст] / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2015. – № 1-4 (168). – С. 157-163. – EDN: UMXIUV.

[90] *Комилов, Ф. С.* Разработка и исследование компьютерной модели динамики экосистемы рыбоводного пруда [Текст] / Ф.С. Комилов, С.Х. Мирзоев, Д.С. Шарапов. – Душанбе: ЭР-граф, 2018. – 176 с.

[91] *Комилов, Ф. С.* Состояние и перспективы развития рыбоводства на примере форелевой аквакультуры в Таджикистане [Текст] / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Таджикистан и современный мир. – 2015. – № 7 (50). – С.153-162.

[92] *Комилов, Ф. С.* Форелеводство – высокоинтенсивная отрасль прудового рыбоводства [Текст] / Ф.С. Комилов, И.М. Саидов // Известия таджикского отделения международной академии наук высшей школы. – 2016. – № 1. – С. 47-55.

[93] *Крапивин, В. Ф.* Математическое моделирование и расчет биоокеано-графических полей перуанского течения [Текст] / В.Ф. Крапивин, М.П. Айвазян, Ф.А. Мкртчян, Б.С. Флейшман // Ереванского государственного университета. – Москва, 1976. – № 3. – С. 100-110.

[94] *Краснощеков, Н. В.* Инновационное развитие сельскохозяйственного производства России [Текст] / Н.В. Краснощеков. – М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 388 с.

[95] *Кувев, А. И.* О моделировании структуры производства индюшатины [Электронный ресурс] // <https://naukarus.com/o-modelirovanii-struktury-proizvodstva-indyushatiny> (Дата обращения: 15.12.2022).

[96] *Кучер, Е. А.* Математическое моделирование динамики роста и продуктивности кур кроссов «Хайсекс браун» и «Ломанн браун» [Текст] / Е.А. Кучер, М.В. Пасечник // Технологический аудит и резервы производства. – 2016. – № 4/2 (30). – С. 38-44. – DOI: 10.15587/2312-8372.2016.72833.

[97] *Қарори Ҳукумати Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи тасдиқи барномаи Рушди соҳаи парандапарварии Ҷумҳурии Тоҷикистон барои солҳои 2007-2015»* аз 3.10.2006, № 451.

[98] *Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи парандапарварӣ»* аз 21.06.2010, № 633.

[99] *Қонуни Ҷумҳурии Тоҷикистон «Дар бораи парандапарварӣ»* (аз 21.06.2010, № 633) [Захираи электронӣ] // majmilli.tj қонуни-ҷт-дар-бораи-парандапарварӣ/ (Санаи мурочиат: 23.12.22).

[100] *Лебедев, В. И.* Биология медоносной пчелы: учебник и практикум для вузов [Текст] / В.И. Лебедев, Н.Г. Билаш. – Москва: Издательство Юрайт, 2020. – 253 с.

[101] *Логофет, Д. О.* Матрицы и графы. Проблема устойчивости в математической экологии: автореф. дис. ... д-ра физ.-мат. Наук [Текст] / Д.О. Логофет. – Красноярск, 1986. – 55 с.

[102] *Меншуткин, В. В.* Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция) [Текст] / В.В. Меншуткин. – СПб.: Петрозаводск, 2010. – 416с.

[103] *Меркулова, Н.* Выращивание индеек. Рентабельность около 100% [Электронный ресурс] / Н. Меркулова // <https://www.openbusiness.ru/biz/business/vyrashchivanie-indeek-rentabelnost-okolo-100/> (Дата обращения: 15.12.2022).

[104] *Метод Рунге-Кутты* [Электронный ресурс] // <http://korablik280.ru/ya-polonskijj/metod-runge-priamyie-metody-runge-kutta/> (Дата обращения: 12.11.21).

[105] *Мирзоев, С. Х.* Способ регуляризации неустойчивых структур сообществ экосистем региональных заповедников Республики Таджикистан [Текст] / С.Х. Мирзоев // Наука, новые технологии и инновации Кыргызстана. – 2016. – № 5. – С. 40-43.

[106] *Мишин, И. Н.* Математическая оценка изменения численности пчел в пчелиной семье [Текст] / И.Н. Мишин // Проблемы аграрной отрасли в начале 21 века. – Смоленск: Смядынь, 2002. – С. 58–161.

[107] *Мойса, В. Ю.* Мясо индейки и продукты из него [Текст] / В.Ю. Мойса // Птица и птицепродукты. – 2005. – № 5. – С. 41-44.

[108] *Наимов, Н. М.* Методикаи таҳияи амсилаи компютерӣ барои ҳалли муодилаҳои дифференсиалӣ бо усули ададӣ ва муқоисаи байни методҳо [Матн] / Н.М. Наимов, И.М. Саидов // Паёми Пажухиши рушди маориф. – 2020. – № 3 (31). – С. 212-218.

[109] *Новоселов, В. П.* Выращивание индюков как одно из направлений развития сельского хозяйства [Текст] / В.П. Новоселов // Международный студенческий научный вестник: Материалы конференций. – 2016. – № 4. – С. 321-322.

[110] *Нужнова, О. К.* Влияние климатических факторов на активность лета *Pieris Napi* (Lepidoptera, Pieridae) [Текст] / О.К. Нужнова // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – Уро РАН, 2009. – № 3. – С. 35-40.

[111] *Нуров, И. Д.* Моделирование бифуркационных явлений в негладких динамических системах [Текст] / И.Д. Нуров, М.Ш. Халилова // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – Душанбе, 2010. – Т. 53. – № 10. – С. 752-758.

[112] *Одинаев, Р. Н.* Методы оптимизации [Текст] / Р.Н. Одинаев. – Душанбе, 2021. – 246 с.

[113] *Одум, Ю.* Основы экологии [Текст] / Ю. Одум. – М.: Мир, 1975. – 740 с.

[114] *Островерхова Г. П.* Биологическая и хозяйственная оценка пчелиной семьи (*Apis mellifera* L.) [Текст] / Г.П. Островерхова, О.Л. Конусова, Ю.Л. Погорелов. Методическое пособие. – Томск: Изд-во НТЛ, 2005. – 76 с.

[115] *Паёми Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон мухтарам Эмомалӣ Раҳмон «Дар бораи самтҳои асосии сиёсати дохилӣ ва хориҷии ҷумҳурӣ» (23.12.2022) [Захираи электронӣ] // <https://mfa.tj/tg/main/view/11820/pajomi-prezidenti-jumhurii-tojikiston-muhtaram-emomali-rahmon-dar-borai-samthoi-asosii-sijosati-dokhili-va-khorijii-jumhuri> (Санаи мурочиат: 12.05.2023).*

[116] *Панькова, С. М.* Оцінка племінної цінності птиці з використанням різних методів [Текст] / С.М. Панькова, І.А. Степаненко, Г.Т. Коваленко // Птахівництво. – 2009. – № 63. – С. 81-86.

[117] *Печуркин, Н. С.* Популяционная микробиология [Текст] / Н.С. Печуркин. – Новосибирск: Наука, 1978. – 280 с.

[118] *Плохинский, Н. А.* Математические методы в биологии [Текст] / Н.А. Плохинский. – М.: Изд-во Моск. у-та, 1978. – 256 с.

[119] *Погодаев, В. А.* Количественные и качественные показатели продуктивности чистопородных и гибридных индеек [Текст] / В.А. Погадаев, В.А. Канивец, Н.А. Шинкаренко // Зоотехния. – 2013. – № 2. – С. 27-28.

[120] *Погодаев, В. А.* Эффективность выращивания индеек на мясо в клеточных батареях [Текст] / В.А. Погадаев, В.А. Канивец // Зоотехния. – 2012. – № 4. – С. 31-32.

[121] *Рыбочкин, А. Ф.* Компьютерные системы в пчеловодстве [Текст] / А.Ф. Рыбочкин, И.С. Захаров. Монография. – Курск: КГТУ, 2001. – 415 с.

[122] *Савинов, А. Б.* Методы биотестирования и зооиндикации в экологическом мониторинге. Учебное пособие [Текст] / А.Б. Савинов, В.А. Ушаков. – Новгород: Изд-во ННГУ, 1995. – 272 с.

[123] *Саидзода, И. М.* Амсиласозии компютериҳои популятсияи оилаи занбӯри асал бо истифода аз усули Рунге-Кутт [Матн] / И.М. Саидзода, Ф.С.

Комилиён // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2022. – № 2. – С. 26-42.

[124] Саидзода, И. М. Барномасозии компютери фаъолияти занбӯри асал вобаста ба таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо [Матн] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилиён // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2024. – № 1. – С. 13-27. – EDN: PMYJCS.

[125] Саидзода, И. М. Барномасозии компютери фаъолияти занбӯри асал вобаста ба таъсири бемориҳо ва зараррасонҳо [Матн] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилиён // Паёми донишгоҳи давлатии Хоруғ. – 2023. – № 1 (25). – С. 103-115.

[126] Саидзода, И. М. Таҳлили компютери хусусиятҳои ҷинсии оилаи занбӯри асал вобаста ба марҳилаҳои ҳаёти он [Матн] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилиён // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – 2022. – № 4. – С. 5-28.

[127] Саидзода, И. М. Таъсири омилҳои антропогенӣ, биотикӣ ва абиотикӣ ба занбӯри асал [Матн] / И.М. Саидзода, Д.И. Солихзода // Илм ва фановарӣ. – 2022. – № 4. – С. 221-230.

[128] Саидзода, И. М. Учет влияния климатических факторов при компьютерном моделировании деятельности медоносной пчелиной семьи [Текст] / И.М. Саидзода, Ф.С. Комилиён // Евразийский Союз Ученых. Серия: технические и физико-математические науки. – 2024. – Т. 1. – № 4 (119). – С. 36- 41.

[129] Саидзода, И. М. Хусусиятҳои экосистемаи обанборҳо ва амсиласозии компютери онҳо [Матн] / И.М. Саидзода, М.Р. Ёров. – Душанбе: Донишварон, 2021. – 118 с.

[130] Саидов, И. М. Асосҳои амсиласозии риёзӣ [Матн] / И.М. Саидов. – Душанбе: Меҳроҷ-граф, 2020. – 152 с.

[131] *Сви́режев, Ю. М.* Имитационная модель экосистемы оз. Балатон (ВНР) [Текст] / Ю.М. Сви́режев, А.А. Воинов, А.П. Тонких. – М., 1984. – 85 с.

[132] *Сви́режев, Ю. М.* Моделирование озерных экосистем [Текст] / А.А. Воинов, О.В. Воронкова, Н.К. Лукьянов, Ю.М. Сви́режев // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Л., 1981. –Т.4. – С. 204-234.

[133] *Сви́режев, Ю. М.* О математических моделях биологических сообществ и связанных с ними задачах управления и оптимизации [Текст] / Ю.М. Сви́режев // Математическое моделирование в биологии. – М., 1975. – С. 30-52.

[134] *Сви́режев, Ю. М.* Устойчивость биологических сообществ [Текст] / Ю.М. Сви́режев, Д.О. Логофет. – М.: Наука, 1978. – 352 с.

[135] *Соколов, С. В.* Модели динамики популяций. Учебное пособие [Текст] / С.В. Соколов. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2018. – 61 с.

[136] *Сомонаи* вазорати кишоварзии Ҷумҳурии Тоҷикистон [Захираи электронӣ] // <https://www.facebook.com/MinAgroTaj/> (Санай мурочиат: 15.12.2022).

[137] Столляр Т.А, Алексеев Ф.Ф. Промышленное индейководство [Текст] / М.: Россельхозиздат, 1978. – 146 с.

[138] *Толчинский, С. П.* Семьи должны быть сильными круглый год [Текст] / С.П. Толчинский // Пчеловодство. – 1938. – № 4. – С. 30-31.

[139] *Усманов, З. Д.* Система обыкновенных дифференциальных уравнений, связанная с гипергеометрическими функциями [Текст] / З.Д. Усманов // Доклады Академии наук Республики Таджикистан. – 2012. – Т. 55. – № 1. – С. 5-10.

[140] *Фаруга, А.* Индюки как источник мяса [Текст] / А. Фаруга // Нациндейка. – 2008. – №1. – С. 12-19.

[141] *Фегри, К.* Основы экологии опыления [Текст] / К. Фегри, Л. Пэйл. – М.: Мир, 1982. – 379 с.

[142] Фисинин, В.И. Птицеводство России – стратегия инновационного развития [Текст] / В.И. Фисинин. – М.: ВНИТИП, 2009. – 148 с.

[143] *Хамидова, Д. Н.* Компьютерное моделирование амилоидных фибрилл и их процесс разрушения дендримерами и дендриграфтами [Текст] / Д.Н. Хамидова, И.М. Неелов, Ф.С. Комилийн. – Душанбе: Бебок, 2023. – 152с.

[144] *Хомічук, О. О.* Моделювання несучості птиці різних кросів та класів розподілу [Текст] / О.О. Хомічук // Збірник наукових праць ПДАТУ. – 2011. – Вип. 19. – С. 188-189.

[145] *Чудинов, В. В.* Математическая модель динамики развития пчелной семьи [Текст] / В.В. Чудинов // Вестник Башкирского университета. – 2012. – Т. 17. – № 1(1). – 20 с.

[146] *Шахтамиров, И. Я.* Продуктивные и племенные качества индеек отечественных пород [Текст] / И.Я. Шахтамиров, В.А. Погодаев, Л.А. Шинкаренко, Н.Г. Щербакова // Птицеводство. – 2019. – № 09-10. – С. 14-20.

[147] *Шевченко, А. И.* Индейки. Руководство по откорму индеек [Текст] / А.И. Шевченко, Л.А. Шинкаренко, Т.Р. Науменко и др. – Георгиевск, 2004. – 32 с.

[148] *Шевченко, А. И.* Роль факторов роста и развития индеек в различные периоды онтогенеза [Текст] / А.И. Шевченко // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 3. – С. 50-54.

[149] *Шевченко, А.* Напольное содержание индеек [Текст] / А. Шевченко // Птицеводство. – 2011. – № 1. – С. 49-50.

[150] *Шевченко, А.И.* Опыт и перспективы селекции отечественных пород и кроссов индеек [Текст] / А.И. Шевченко // Птица и птицепродукты. – 2011. – № 6. – С. 32-34.

[151] *Шерматов, Н. Ш.* Основы регрессионного анализа [Текст] / Н.Ш. Шерматов, Р.Н. Одинаев, К.С. Шакарбеков. – Душанбе: Эр-граф, 2019. – 66 с.

[152] *Шерматов, Н. Ш.* Применение статистических методов в решении прикладных задач [Текст] / Н.Ш. Шерматов, Р.Н. Одинаев, П.Л. Нарзуллоев. – Душанбе: ЭР-Граф, 2020. – 96 с.

[153] *Юнусӣ М. Қ.* Амсилаҳои математикии системаҳои экологии парваришгоҳи биологии «Камароб» ва агросенозҳои атрофаш бо назардошти вақт ва синну сол [Матн] / М.Қ. Юнусӣ, М.Т. Сангов, И.Назаров, Д. Давлатов // Паёми Донишгоҳи миллии Тоҷикистон. Бахши илмҳои табиӣ. – Душанбе, 2020. – № 2. – С. 39-51.

[154] *Юнуси, М. К.* Оптимальное управление в задачах защиты планируемого урожая, охраняемыми биологическими популяциями и их приложения [Текст] / М.К. Юнуси. – Душанбе, 2018. – 286 с.

[155] *Adeyemo, G. O.* Proximate composition of locust meal [Text] / G.O. Adeyemo, O.G. Longe, H.A. Lawal // In Tropentag. – 2007. – P. 1-4.

[156] *Aho, Paul.* Save the planet, eat more poultry! [Text] / Paul Aho // Poultiy USA. – 2010. – Vol. 11. – No. 4. – P. 18-22.

[157] *Allegratti, G.* Insect as feed: An emergy assessment of insect meal as a sustainable protein source for the Brazilian poultry industry [Text] / G. Allegratti, E. Talaminu, V. Schmidt, P.C. Bogorni, E. Ortega // J. Clean. Prod. – 2018. – No.171. – P. 403-412.

[158] *Aman, P.* Grasshoppers as a food source [Text] / P. Aman, M. Frederich, R. Uyttenbroeck, S. Hatt, P. Malik, S. Lebecque, B. Gembloux // Journal of Biotechnology. Agronomy Society and Environment. – 2016. – No. 20 (1). – P. 1-4.

[159] *Anand, H.* Potential value of acridids as high protein supplement for poultry feed [Text] / H. Anand, A. Ganguly, P. Haldar // International Journal of Poultry Science. – 2008. – No. 7 (7). – P. 722-725.

[160] *Antonov V.* First integrals of the May Leonard asymmetric system [Text] / V. Antonov, W. Fernandes, V.G. Romanovski, N.L. Shcheglova // Mathematics. 2019. – Vol. 7. – No. 3. – P. 292.

[161] *Ayers, G. S.* The other side of beekeeping: a simple model for viewing bee forage plantings [Text] / G.S. Ayers // Am. BeeJ. – 1992. – Vol. 132. – No. 1. – P. 703-706.

[162] *Beverton, R. J.* On the dynamics of exploited fish populations [Text] / R.J. Beverton, S.J. Holt. – Great Britain, 1957. – 224 p.

[163] *Bindya, L. A.* Mathematical Models for Egg Production in an Indian Colored Broiler Dam Line [Text] / L.A. Bindya, H.N.N. Murthy, M.R. Jayashanka, M.G. Govindaiah // International Journal of Poultry Science. – 2010. – Vol. 9. – No. 9. – P. 916-919. – doi: 10.3923/ijps.2010.916.919.

[164] *Brown, A.* Impact of Pesticides on Honey Bee Populations: A Mathematical Modeling Approach [Text] / A. Brown // Environmental Science and Technology. – No. 44 (12). – P. 860-871.

[165] *Clements, Mark.* Reducing PSE in turkey products needs a holistic approach [Text] / Mark Clements // Poultry International. – 2010. – Vol. 49. – No 9. – P. 26-28.

[166] *Dreller C.* Regulation of pollen foraging in honeybee colonies: effect of young brood, stored pollen, and empty space [Text] / C. Dreller, R.E. Page, M.K. Fondrk // Behav. Ecol. Sociobiol. – 1999. – Vol. 45. – P. 227-233.

[167] *FAO (Food and Agriculture Organization)* [Electronic resource] // https://ru.wikipedia.org/wiki/Food_and_agriculture_organization_of_the_UN (Date of the application: 16/12/2022).

[168] *Flock, Dietmar K.* Poultry breeding – the next 25 years [Text] / Dietmar K. Flock // Poultry Processing. – 2009. – Vol. 25. – No. 1. – P. 22-23.

[169] *Ganesan, R.* Comparative study of nonlinear models for describing poultry egg production in Puducherry [Text] / R. Ganesan, P. Dhanavanthan, P.V.

Sreenivasaiyah, P. Ponnuvel // Current Biotica. – 2011. – Vol. 5. – No. 3. – P. 289-298.

[170] *Gerendai, D.* Keeping broiler-turkeys in cages [Text] / D. Gerendai, T. Cippert // Proceedings and abstracts. – 1984. – P. 39-41.

[171] *Gernat, Abel.* Use of sand as litter for broilers [Text] / Abel Gernat // Poultry International. – 2009. – Vol. 48. – No. 10. – P. 10-13.

[172] *Gingerich, Eric.* Management impact on pullet and layer health [Text] / Eric Gingerich // Poultry International. – 2009. – Vol. 48. – No. 11. – P. 20-21.

[173] *Grieve, Doug.* Approaching today's poultry and egg industry egg Industry [Text] / Doug Grieve // Egg Industry. – 2009. – Vol.114. – No.10. – P. 10-11.

[174] *Harris J. L.* A model of honeybee colony population dynamics [Text] / J.L. Harris. – Res, 1985. – Vol. 24. – P. 228-236.

[175] *Johnston, S. A.* A mechanistic, stochastic, population model of egg production [Text] / S.A. Johnston, R.M. Gous // British Poultry Science. – 2007. – Vol. 48. – No. 2. – P. 224-232. – doi: 10.1080/00071660701227493.

[176] *Kobel, F.* Mieschen sich die Spermien der verschiedenen Drohnen in der [Text] / F. Kobel // Samenbiase der Koniginю - Schweizerische Bienen. – Ztg, 1986. – No. 5. – P. 221-224.

[177] *Komilov, F.* Computer-based study of patterns in fish pond ecosystem evolution [Text] / F. Komilov, S. Mirzoyev // Journal of Mechanical Engineering Research and Developments. – Bangladesh, 2018. – Vol. 41. – No. 2. – P. 9-13.

[178] *Komilov, F.* Computer-based study of patterns in fish pond ecosystem evolution [Text] / F. Komilov, S. Mirzoyev // Mechanical Engineering Research & Developments (JMERD). – Bangladesh, 2018. – Vol. 41. – No.1. – P. 142-150.

[179] *Kviesis, A.* Application of fuzzy logic for honey bee colony state detection based on temperature data [Text] / A. Kviesis, V. Komasilovs, O. Komasilova, A. Zacepins // Biosyst. Eng. – 2020. – No. 193. – P. 90-100.

[180] *Lahitte, J. D.* Les mycoses [Text] / J.D. Lahitte // Bull. tech. apis., ZA. USA. – 1988. – Vol. 15. – No. 1. – P. 37-44.

[181] *Lainder, R.* Compariaon of varioua racea of bees under [Text] / R. Lainder. – TLDR, 1955. – No. 3. – P. 214 -215.

[182] *Majak, J.* Matematyczny model rodziny pszczelej [Text] / J. Majak // Pszczelarstwo. – 2002. – Vol. 53. – No. 4. – P. 11-13.

[183] *Marchal, P.* Automated monitoring of bee behaviour using connected hives: Towards a computational apidology [Text] / P. Marchal, A. Buatois, S. Kraus, S. Klein, T. Gómez-Moracho, M. Lihoreau // Apidologie. – 2020. – No. 51. – P. 356-368.

[184] *Martland, M.* Lameness in turkeys // Turkeys. – 1983. – Vol.31.– No.3. – P.23.

[185] *McKee, N. A.* Effect of light and handling during rearing on broiler breast meat characteristics [Text] / N.A. McKee, R.J. Lien, J.B. Hess, S.F. Bilgili, S.R. McKee // International Journal of Poultry Science. – 2009. – Vol. 8. – No. 11. – P. 1028-1033.

[186] *McLellan, A. R.* A monogynous eusocial insect worker population model with particular reference to honeybees [Text] / A.R. McLellan, C.M. Rowland, R.H. Fawcett // Insectes Sociaux. – 1980. – Vol. 27. – P. 305-311.

[187] *Morris, T. R.* The place of the turkey in the animal industry of the future [Text] / T.R. Morris // Poultry science symposium series. – 1989. – No. 21. – P. 351-355.

[188] *Nassif, A. B.* Speech recognition using deep neural networks: A systematic review [Text] / A.B. Nassif, I. Shahin, I. Attili, M. Azzeh, K. Shaalan // IEEE Access. – 2019. – No. 7. – P. 19143-19165.

[189] *Ngo, T. N.* Honey Bee Colony Population Daily Loss Rate Forecasting and an Early Warning Method Using Temporal Convolutional Networks [Text] / T.N. Ngo, D. Rustia, E.C. Yang, T.T. Lin // Sensors. – 2021. – No. 21. – P. 390.

[190] *O'Keefe, Terrenes*. Combating the anti-meatmessage [Text] / Terrenes O'Keefe // Poultry USA. – 2010. – Vol. 11. – No. 3. – P. 14.

[191] *Omholt, S. W.* A model for intracolony population dynamics of the honeybee in temperature zones [Text] / S.W. Omholt // Res. 1986. – Vol. 25. – P. 9-21.

[192] *O'Sullivan, Neil*. Trends in breeding layer hens [Text] / Neil O'Sullivan // Egg Industry. – 2010. – Vol. 115. – No. 8. – P. 6.

[193] *Prasad, Shiv*. Mathematical model for annual egg production curves of chicken [Text] / Shiv Prasad, D.P. Singh // Indian Journal of Poultry Science. – 2008. – Vol. 43. – No. 3. – P. 293-295.

[194] *Prasad, Shiv*. Some alternative forms of logisticcurvilinear model for poultry egg production curves [Text] / Shiv Prasad, D.P. Singh // Indian Journal of Animal Research. – 2007. – Vol. 41, No. 3. – P. 184-187.

[195] *Ricker, W. E.* Stock and recruitment [Text] / W.E. Ricker // Fish. Res. Board of Canada. – 1954. – V. 11. – No. 5. – P. 125-136.

[196] *Robertson, Andrew*. Improving layer development through gut health [Text] / Andrew Robertson // Poultry International. – 2010. – Vol. 49. – No. 9. – P. 20-21.

[197] *Salvage, Bryan*. Gene collection vital to animal researchers [Text] / Bryan Salvage // Meat Poultry.com. – 2010, January, 13. – P. 38-39.

[198] *Savegnago, R. P.* Egg production curve fitting using nonlinear models for selected and nonselected lines of White Leghorn hens [Text] / R.P. Savegnago, V.A.R. Cruz, S.B. Ramos, S.L. Caetano, G.S. Schmidt, M.C. Ledur, L.El Faro, D.P. Munari // Poultry Science. – 2012. – Vol. 91. – No. 11. – P. 2977-2987. – doi: 10.3382/ps.201202277.

[199] *Schmidt, Alexandra*. Bioactive substances in meat and meat products [Text] / Alexandra Schmidt // Fleischwirtschaft International. – 2010. – No. 2. – P. 127-133.

[200] *Shane, Simon*. Update on welfare - an EU perspective [Text] / Simon Shane // *Egg Industry*. – 2010. – Vol. 115. – No. 3. – P. 6-9.

[201] *Singh, B*. Effect of stocking density and age of birds on the performance of turkeys under different systems of management [Text] / B. Singh, R.A. Singh // *Indian J. Poultry SC*. – 1989. – No. 24. – P. 2.

[202] *Smith, R*. Temperature condition for rearing turkeys [Text] / R. Smith // *Feedstuffs*. – 1985. – Vol. 57. – No. 10. – P. 10-17.

[203] *Thornton, Gary*. Nimble poultry to gain share [Text] / Gary Thornton // *Poultry USA*. – 2010. – Vol. 11. – No. 9. – P. 36.

[204] *Yahav, S*. Alleviating heat stress in domestic fowl: different strategies [Text] / S. Yahav // *World's Poultry Science Journal*. – 2009. – Vol. 65. – No. 4. – P. 719-732.

[205] *Yalfin, S*. Effects of incubation temperature on hatching and carcass performance of broilers [Text] / S. Yalfin, E. Babacanoglu, H.C. Guler, M. Aksit // *World's Poultry Science Journal*. – 2010. – Vol.66. – No.1. – P.87-94.

2. Феҳристи интишороти илмӣи довталаби дарёфти дараҷаи илмӣ

а) Мақолаҳое, ки дар маҷаллаҳои тақризишавандаи Комиссияи олии аттестатсионии назди Президенти Ҷумҳурии Тоҷикистон ҷоп шудаанд:

[1-М] *Солиҳзода, Д. И.* Амсилаи S-шакли Берталанффи дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // *Фуруғи илм. Бахши илмҳои табиӣ-риёзӣ*. – 2026. – № 1. – С. 103-113. – DOI: 10.24412/3078-395X-2026-1-7-103-113. – EDN: WWNOQJ.

[2-М] *Солиҳзода, Д. И.* Амсиласозии компютери динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо истифода аз RK4 [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // *Фуруғи илм. Бахши илмҳои табиӣ-риёзӣ*. – 2026. – № 2 (10). – С. 243-251. – DOI: 10.24412/3078-395X-2026-2-10-243-251. – EDN: UCVTIY.

[3-М] Солиҳзода, Д. И. Амсиласозии раванди афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон зери таъсири омилҳои экотехнологӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Илм ва инноватсия. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – 2026. – № 1. – С. 253-261. – EDN: OWWAFH.

[4-М] Солиҳзода, Д. И. Амсилаҳои Бричес ва Пюттер дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Паёми Филиали Донишгоҳи давлатии Москва ба номи М.В. Ломоносов дар ш. Душанбе. – 2026. – Ҷ.1, № 1 (53). – С. 5-20. – EDN: LBPHSC.

[5-М] Солиҳзода, Д. И. Амсилаҳои хаттӣ, дараҷавӣ, экспоненсиалӣ ва логистикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Паёми политехникӣ. Бахши: интеллект, инноватсия, инвеститсия. – 2026. – № 1 (73). – С. 73-81. – DOI: 10.65599/III2540. – EDN: HEAINF.

[6-М] Солиҳзода, Д. И. Муайякунии дараҷаи татбиқшавандагии амсилаҳои математикӣ дар тасвири динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон бо усули таҳлили қиёсӣ [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Фуруғи илм (Бахши илмҳои табиӣ-риёзӣ). – 2026. – № 1. – С. 125-134. – DOI: 10.24412/3078-395X-2026-1-7-125-134. – EDN: ISIPNO.

[7-М] Солиҳзода, Д. И. Мутобиқгардонии амсилаи математикии Мак-Миллан барои таҳқиқи сатҳи сертухмии мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода, И.М. Саидзода // Илм ва инноватсия. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – 2025. – № 2. – С. 137-146. – EDN: IAOORT.

[8-М] Солиҳзода, Д. И. Таҳлили қиёсии динамикаи афзоиши вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсмотии популятсияи мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Илм ва инноватсия. Бахши илмҳои геологӣ ва техникӣ. – 2026. – № 1. – С. 203-211. – EDN: ZIKVRV.

[9-M] *Солиҳзода, Д. И.* Технологияҳои амсиласозии марҳилаҳои ҳаёти популятсияи мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Фурӯғи илм. – 2024. – № 3. – С. 32-40. – EDN: KQSOZL.

[10-M] *Солиҳзода, Д. И.* Учет влияния климатических факторов при концептуальном моделировании жизнедеятельности индейки в условиях птицеводческих хозяйств [Текст] / Д.И. Солиҳзода // Наука и инновация. Серия геологических и технических наук. – 2024. – № 3. – С. 196-203. – EDN: GJAKPE.

[11-M] *Солиҳзода, Д. И.* Асосҳои биологӣ ва иқтисодии амсиласозии популятсияи мурғи марҷон [Матн] / Д.И. Солиҳзода // Паёми донишгоҳи омӯзгорӣ. Бахши илмҳои табиӣ. – 2024. – № 4 (24). – С. 218-227. – EDN: SBVHXV.

[12-M] *Солиҳзода, Д. И.* Нақши амсилаи математикии Мак-Миллан дар ҳалли масъалаҳои гуногуни амалӣ [Матн] / Д.И. Солиҳзода // Паёми Донишгоҳи технологии Тоҷикистон. – 2025. – № 2 (61). – С. 78-84. – EDN: WWFDDV.

б) Мақолаҳои, ки дар маводи конференсияҳо ба таъб расидаанд:

[13-M] *Солиҳзода, Д. И.* Баҳисобгирии таъсири омилҳои беруна зимни амсиласозии марҳилаҳои ҳаёти мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Маводи конференсияи байналмилалӣ илмӣ амалӣ «Илм ва таҳсилот: тамоюлҳои рушд дар ҷомеаи иттилоотӣ» бахшида ба «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон». – Душанбе, ДМТ, 2023. – С. 12-15.

[14-M] *Солиҳзода, Д. И.* Масъалаҳои амсиласозии компютери парвариши мурғи марҷон [Матн] / Ф.С. Комилиён, Д.И. Солиҳзода // Маводи конференсияи илмӣ-назариявӣ байналмилалӣ дар мавзӯи «Мақоми Абурайҳони Берунӣ дар таърихи тамаддуни форс-тоҷик», бахшида ба 1050-солагии мутафаккири бузург. – Бохтар, ДДБ, 2023. – С. 93-97.

[15-M] Солихзода, Д. И. Концептуальное моделирование влияния климатических факторов на жизнедеятельности индеек [Текст] / Д.И. Солихзода, Ф.С. Комилийн // Материалы республиканской научно-практической конференции по теме «Роль интернета в применении информационно-коммуникационных технологий и информационной безопасности в социальных сетях». – Душанбе, АГУ, 2024. – С. 24-31.

[16-M] Солихзода, Д. И. Оид ба асосҳои биологии технологияи амсиласозии компютери масъалаҳои мурғимарчонпарварӣ [Матн] / Солихзода Д.И. // Таҳлили компютери масъалаҳои илм ва технология: Маводҳои конференсияи байналмилалӣ илмӣ-амалӣ бахшида ба «Солҳои 2020-2040 эълон гардидани 20-солаи омӯзиш ва рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» ва «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон». – Душанбе, ДМТ, 2023. – С. 378-382. – EDN: YTRMCY.

[17-M] Солихзода, Д. И. Роҷеъ ба асосҳои биологии усули амсиласозии компютери парвариши мурғи марчон [Матн] / Д.И. Солихзода // Масъалаҳои муосири моделсозии математикӣ ва татбиқи он. Маводҳои конференсияи XII-уми байналмилалӣ илмӣ-амалӣ бахшида ба «Солҳои 2020-2040 эълон гардидани 20-солаи омӯзиш ва рушди илмҳои табиатшиносӣ, дақиқ ва риёзӣ дар соҳаи илму маориф» ва «75-солагии Донишгоҳи миллии Тоҷикистон». – Душанбе, ДМТ, 2024. – С. 83-88. – EDN: SQCTRU.

КОМПЛЕКСИ БАҲНОМАҲОИ ДАР PYTHON ТАҲИЯШУДА**1. Графиксозии афзоиши бричесии вазни зиндаи мурғи марҷон**

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Муайянкунии фосилаи парвариши мурғи марҷон
t0 = 1
t_max = 410
t = np.linspace(t0, t_max, 400)
# Қимати параметрҳои додашуда
M_max = 8.98
M_bar = M_max / 0.95 # Асимптотави вазни миёнаи биологӣ
# Параметрҳои афзоиши вазни зинда
theta = 1.2 # Нишондиҳандаи афзоиши кинетикӣ
u = 0.015 # Нишондиҳандаи афзоиши экспоненсиалӣ
# Функсияи Т. Бричес
M = M_bar * (1 - np.exp(-u * (t ** theta)))
# Маҳдудиятҳои биологӣ
M[M < 0] = 0
M[M > M_bar] = M_bar
# Раванди графиксозӣ
plt.figure()
plt.plot(t, M)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Афзоиши бричесии вазни зиндаи мурғи марҷон")
plt.grid(True)
plt.show()

```

2. Графиксозии афзоиши пюттерии вазни зиндаи мурғи марҷон

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# Параметрҳои амсилаи математикии Пюттер
t0 = 1
t_max = 410
M_max = 8.98
gamma = 0.0

```

```

eta = 0.0068
p = 3.21
# Муайянкунии фосилаи вақти парвариши мурғи марчон
t = np.linspace(t0, t_max, 400)
# Функцияи А. Пюттер
M = M_max * (1 - np.exp(-(eta * (t + gamma)) ** p))
# Графиксозӣ
plt.figure()
plt.plot(t, M)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Афзоиши пюттерии вазни зиндаи мурғи марчон")
plt.grid(True)
plt.show()

```

3. Графиксозии афзоиши берталанффии вазни зиндаи мурғи марчон

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
import math
# Қиматҳои таҷрибавии додашуда
t0 = 1
t_max = 410
M0 = 0.0582
M_max = 8.98
M_D = 9.02
s = 3
# Ҳисобкунии қимати параметри  $\mu$ 
mu = -(1 / t_max) * math.log(1 - ((M_max - M0) / (M_D - M0)) **
(1/3))
# Муайянкунии фосилаи вақти парвариш
t = np.linspace(t0, t_max, 400)
# Функцияи s-шакли Л. фон Берталанффи
M = M0 + (M_D - M0) * (1 - np.exp(-mu * t)) ** s
# Графиксозӣ
plt.figure()
plt.plot(t, M)
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Функцияи s-шакли Л. фон Берталанффи")

```

```
plt.grid(True)
plt.show()
mu
```

4. Графиксозии афзоиши экспоненсиалии вазни зиндаи мурғи марҷон

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
t0 = 1
t_max = 410
M0 = 0.0582
l1 = (1 / t_max) * np.log(1 / M0)
t = np.linspace(t0, t_max, 500)
M = M0 * np.exp(l1 * t)
plt.figure(figsize=(7, 4.5))
plt.plot(t, M, label=r"$M(t)=M_0 e^{\{l_1 t\}}$")
plt.xlabel("t")
plt.ylabel("M(t)")
plt.title("Графики функцияи экспоненциалӣ")
plt.grid(True)
plt.legend()
plt.show()
```

5. Сохтани формулаҳои мувофиқ барои омилҳои таъсиррасон вобаста ба вазни зиндаи мурғи марҷон

```
def calculate_parameters(M):
    """ Нишондиҳандаҳои технологӣ дар асоси вазни зиндаи М (кг).
    Луғати омилҳои таъсиррасони W, T, H, L, U, omega. """
    res = {
        "W_water": 0, # Оби нӯшокӣ (л/шб)
        "T_temp": 0, # Ҳарорат (°C)
        "H_humidity": 0, # Намнокӣ (%)
        "L_light": 0, # Рӯшноӣ (люкс)
        "U_feed": 0, # Истеъмоли ғизо (г/шб)
        "omega": 0 # Солимонӣ (%) }
    # 1. Обнӯшӣ W(M)
    if 0.0583 <= M <= 0.4004:
        res["W_water"] = 0.557 * M + 0.017
    elif 0.4005 <= M <= 1.251:
        res["W_water"] = 0.364 * M + 0.094
```

```

elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["W_water"] = 0.211 * M + 0.286
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["W_water"] = 0.079 * M + 0.601
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["W_water"] = 0.017 * M + 0.867
# 2. Ҳарорати дохили бино T(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["T_temp"] = -43.85 * M + 41.56
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["T_temp"] = -4.70 * M + 24.88
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["T_temp"] = -0.88 * M + 19.10
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["T_temp"] = 17.0
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["T_temp"] = 16.0
# 3. Намнокии дохили бино H(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["H_humidity"] = -5.85 * M + 72.34
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["H_humidity"] = -10.58 * M + 73.24
else:
    res["H_humidity"] = 64.5 # Қимати миёнаи доимӣ
# 4. Рӯшноии дохили бино L(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["L_light"] = -90.62 * M + 54.28
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["L_light"] = -2.35 * M + 17.94
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["L_light"] = -3.52 * M + 18.41
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["L_light"] = -1.58 * M + 12.77
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["L_light"] = -0.21 * M + 6.90
# 5. Истеъмоли ғизо U(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["U_feed"] = 147.32 * M + 1.01
elif 0.4005 <= M <= 1.251:

```

```

    res["U_feed"] = 84.66 * M + 26.20
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["U_feed"] = 44.63 * M + 76.32
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["U_feed"] = 43.87 * M + 78.18
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["U_feed"] = 0.11 * M + 266.03
# 6. Солимоний omega(M)
if 0.0583 <= M <= 0.4004:
    res["omega"] = -2.92 * M + 94.17
elif 0.4005 <= M <= 1.251:
    res["omega"] = -2.35 * M + 94.94
elif 1.252 <= M <= 2.388:
    res["omega"] = -1.76 * M + 94.20
elif 2.389 <= M <= 4.290:
    res["omega"] = -0.53 * M + 91.26
elif 4.291 <= M <= 8.982:
    res["omega"] = 2.13 * M + 78.86
return res

# Мисол барои истифода:
weight = 1.5 # Вазн 1.5 кг
data = calculate_parameters(weight)
print(f'Барои вазни {weight} кг:')
for key, value in data.items():
    print(f'{key}: {value:.2f}')

```

6. Амсиласозии вазни зиндаи мурғи марчон бо назардошти функцияҳои эмпирикӣ

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import solve_ivp
# 1. Функцияҳо барои зоти сафеди синапахн (СС)
def model_SS(t, M):
    if M <= 0: M = 0.0582
    # Омилҳои табиӣ
    U = 71.38 * np.log(8.06 * M) - 22.04
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 73 - 5.8 * np.log(M + 1)

```

```

L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
omega = -0.608 * np.log(23.02 * M) + 94.15
# Функцияи ғавт (баръакси солиммонӣ) – табдилдиҳии omega аз ғоиз ба
коэффитсиент
death_func = 1 - (omega / 100)
dMdt = M * W * T * H * L * death_func + (U / 1000) # Табдилдиҳии U аз
грамм ба кг
return dMdt
# 2. Функцияҳо барои навъи маҳаллӣ (НМ)
def model_NM(t, M):
    if M <= 0: M = 0.0541
    U = 257 * (1 - np.exp(-0.45 * M))
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 65 + 8 * np.exp(-1.2 * M)
    L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
    omega = 94 - 1.5 * M + 0.4 * (M**2) - 0.03 * (M**3)
    death_func = 1 - (omega / 100)
    dMdt = M * W * T * H * L * death_func + (U / 1000)
    return dMdt
# Танзимоти ҳисобкунӣ
t_span = (1, 410)
t_eval = np.linspace(1, 410, 500)
M0_SS = [0.0582]; M0_NM = [0.0541]
# Ҳалли муодилаҳо бо усули RK4 (Рунге-Кутта бо қадами автоматӣ)
sol_SS = solve_ivp(model_SS, t_span, M0_SS, method='RK45', t_eval=t_eval)
sol_NM = solve_ivp(model_NM, t_span, M0_NM, method='RK45', t_eval=t_eval)
# Сохтани график
plt.figure(figsize=(12, 7))
plt.plot(sol_SS.t, sol_SS.y[0], 'b-', linewidth=2, label='Зоти СС (сафеди
синапахн)')
plt.plot(sol_NM.t, sol_NM.y[0], 'r--', linewidth=2, label='Навъи НМ (маҳаллӣ)')
plt.title('Динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон (усули RK4)',
fontsize=14)
plt.xlabel('Вақт (рӯз)', fontsize=12)
plt.ylabel('Вазни зинда M (кг)', fontsize=12)
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
plt.legend()
plt.savefig('growth_dynamics.png', dpi=300)

```

```
plt.show()
```

7. Такмили барномаи 1: Татбиқи RK4, қиёси натиҷаҳо бо каҷхаттаҳои функсияи эмпирикии Пюттер

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import solve_ivp
# 1. Функсияҳои Пюттер (барои қиёс)
def putter_SS(t):
    return 8.98 * (1 - np.exp(-(0.0068 * t)**3.21))
def putter_NM(t):
    return 9.17 * (1 - np.exp(-(0.0068 * t)**3.21))
# 2. Амсилаи динамикӣ (RK4) барои зоти СС
def model_SS(t, M):
    M = max(M, 0.0582)
    U = 71.38 * np.log(8.06 * M) - 22.04
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 73 - 5.8 * np.log(M + 1)
    L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
    omega = -0.608 * np.log(23.02 * M) + 94.15
    death_func = 1 - (omega / 100)
    return M * W * T * H * L * death_func * 0.00001 + (U / 1000)
# 3. Амсилаи динамикӣ (RK4) барои зоти НМ
def model_NM(t, M):
    M = max(M, 0.0541)
    U = 257 * (1 - np.exp(-0.45 * M))
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 65 + 8 * np.exp(-1.2 * M)
    L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
    omega = 94 - 1.5 * M + 0.4 * (M**2) - 0.03 * (M**3)
    death_func = 1 - (omega / 100)
    return M * W * T * H * L * death_func * 0.00001 + (U / 1000)
# Ҳисобкунӣ
t_eval = np.linspace(1, 410, 410)
sol_SS = solve_ivp(model_SS, [1, 410], [0.0582], t_eval=t_eval, method='RK45')
sol_NM = solve_ivp(model_NM, [1, 410], [0.0541], t_eval=t_eval,
method='RK45')
```

```

# Сохтани график
plt.figure(figsize=(12, 8))
# Качхаттаҳои RK4
plt.plot(sol_SS.t, sol_SS.y[0], 'b-', label='CC: Амсилаи RK4', linewidth=2)
plt.plot(sol_NM.t, sol_NM.y[0], 'r-', label='HM: Амсилаи RK4', linewidth=2)
# Качхаттаҳои Пюттер
plt.plot(t_eval, putter_SS(t_eval), 'b--', alpha=0.6, label='CC: Функцияи Пюттер')
plt.plot(t_eval, putter_NM(t_eval), 'r--', alpha=0.6, label='HM: Функцияи Пюттер')
plt.title('Қиёси динамикаи афзоиш: Амсилаи RK4 vs Функцияи Пюттер',
          fontsize=14)
plt.xlabel('Вақт (рӯз)', fontsize=12)
plt.ylabel('Вазни зинда M (кг)', fontsize=12)
plt.legend()
plt.grid(True, which='both', linestyle='--', alpha=0.5)
plt.show()

```

8. Такмили барномаи 2: Тавлиди качхаттаҳои CC ва HM

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
from scipy.integrate import solve_ivp
# --- Функцияҳои ёрирасон барои зоти CC ---
def model_SS(t, M):
    M = max(M, 0.0582)
    U = 71.38 * np.log(8.06 * M) - 22.04
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 73 - 5.8 * np.log(M + 1)
    L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
    omega = -0.608 * np.log(23.02 * M) + 94.15
    death_func = 1 - (omega / 100)
    # Коэффитсиенти мувофиқсозии суръат (масштаб)
    return (M * W * T * H * L * death_func * 0.000001) + (U / 1000)
# --- Функцияҳои ёрирасон барои зоти HM ---
def model_NM(t, M):
    M = max(M, 0.0541)
    U = 257 * (1 - np.exp(-0.45 * M))
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)

```

```

H = 65 + 8 * np.exp(-1.2 * M)
L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
omega = 94 - 1.5 * M + 0.4 * (M**2) - 0.03 * (M**3)
death_func = 1 - (omega / 100)
return (M * W * T * H * L * death_func * 0.000001) + (U / 1000)
# Параметрҳои ҳисобкунӣ
t_span = (1, 410); t_eval = np.linspace(1, 410, 1000)
# Ҳалли муодилаҳо бо усули RK45 (Рунге-Кутта бо қадами автоматӣ)
sol_SS = solve_ivp(model_SS, t_span, [0.0582], t_eval=t_eval, method='RK45')
sol_NM = solve_ivp(model_NM, t_span, [0.0541], t_eval=t_eval, method='RK45')
# --- Графиксозӣ ---
plt.figure(figsize=(12, 7))
# Качхаттаи зоти СС
plt.plot(sol_SS.t, sol_SS.y[0], color='blue', label='СС (Сафеди синапахн)',
linewidth=2.5)
# Качхаттаи зоти НМ
plt.plot(sol_NM.t, sol_NM.y[0], color='red', linestyle='--', label='НМ (Навъи
маҳаллӣ)', linewidth=2.5)
# Ороиши график
plt.title('Қиёси динамикаи афзоиши вазни зинда (Амсилаи RK4)', fontsize=15,
fontweight='bold')
plt.xlabel('Вақти парвариш, t (рӯз)', fontsize=12)
plt.ylabel('Вазни зинда, M (кг)', fontsize=12)
plt.grid(True, which='both', linestyle=':', alpha=0.7)
plt.legend(loc='upper left', fontsize=12)
# Нишон додани нуқтаҳои ниҳой
plt.annotate(f'{sol_SS.y[0][-1]:.2f} кг', xy=(410, sol_SS.y[0][-1]), color='blue',
weight='bold')
plt.annotate(f'{sol_NM.y[0][-1]:.2f} кг', xy=(410, sol_NM.y[0][-1]), color='red',
weight='bold')
plt.tight_layout()
plt.show()

```

9. Таҳвили барномаи Python ба Excel

```

import pandas as pd
import numpy as np
from scipy.integrate import solve_ivp
# 1. Амсила барои зоти СС (сафеди синапахн)
def model_SS(t, M):

```

```

M = max(M, 0.0582)
U = 71.38 * np.log(8.06 * M) - 22.04
W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
H = 73 - 5.8 * np.log(M + 1)
L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
omega = -0.608 * np.log(23.02 * M) + 94.15
death_func = 1 - (omega / 100)
# Суръати афзоиш
return (M * W * T * H * L * death_func * 0.000001) + (U / 1000)
# 2. Амсила барои зоти НМ (навъи маҳаллӣ)
def model_NM(t, M):
    M = max(M, 0.0541)
    U = 257 * (1 - np.exp(-0.45 * M))
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 65 + 8 * np.exp(-1.2 * M)
    L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
    omega = 94 - 1.5 * M + 0.4 * (M**2) - 0.03 * (M**3)
    death_func = 1 - (omega / 100)
    return (M * W * T * H * L * death_func * 0.000001) + (U / 1000)
# 3. Раванди ҳисобкунӣ (1 то 410 рӯз)
t_eval = np.array([1, 28, 56, 84, 120, 210, 410]) # Рӯзҳои асосӣ барои ҷадвал
sol_SS = solve_ivp(model_SS, (1, 410), [0.0582], t_eval=t_eval, method='RK45')
sol_NM = solve_ivp(model_NM, (1, 410), [0.0541], t_eval=t_eval,
method='RK45')
# 4. Омодаҳои маълумот барои Excel
data = {
    'Рӯз (t)': t_eval,
    'Вазни СС (кг)': np.round(sol_SS.y[0], 4),
    'Вазни НМ (кг)': np.round(sol_NM.y[0], 4),
    'Тафовут (кг)': np.round(sol_SS.y[0] - sol_NM.y[0], 4) }
df = pd.DataFrame(data)
# 5. Содирот ба Excel
file_name = "Ҳисоботи_афзоиши_мурғи_марҷон.xlsx"
df.to_excel(file_name, index=False)
print(f"Парвандаи Excel бо номи '{file_name}' Мурғи марҷон")

```

10. Блоки иқтисодии барномаи Python

```

import pandas as pd; import numpy as np
from scipy.integrate import solve_ivp
# --- Параметрҳои нарх ---
PRICE_PER_KG_LIVE = 45 # Нархи 1 кг вазни зинда (сомонӣ)
COST_PER_KG_FEED = 6.5 # Арзиши 1 кг ғизо (сомонӣ)
# Амсилаи афзоиши вазн
def model_SS(t, M):
    M = max(M, 0.0582)
    U = 71.38 * np.log(8.06 * M) - 22.04 # г/шб
    # ... (функсияҳои дигар)
    death_func = 1 - ((-0.608 * np.log(23.02 * M) + 94.15) / 100)
    return (M * 0.000001) + (U / 1000), U
def model_NM(t, M):
    M = max(M, 0.0541)
    U = 257 * (1 - np.exp(-0.45 * M)) # г/шб
    # ... (функсияҳои дигар)
    death_func = 1 - ((94 - 1.5 * M + 0.4 * M**2 - 0.03 * M**3) / 100)
    return (M * 0.000001) + (U / 1000), U
# Ҳисобкуниҳо
days = np.array([1, 28, 56, 84, 120, 210, 410])
# (Дар ин ҷо ба мисли қадами қаблӣ амали якҷоякунӣ иҷро мегардад)
# Бигузор қиматҳои афзоиш (M) ва ғизо дода шуда бошанд (Total_U)
# --- Ҳисобкунии самарнокии иқтисодӣ, масалан, дар рӯзи 210-ум) ---
# Зоти СС: Вазн = 8.98 кг, Истеъмоли умумии ғизо ~ 28 кг
# Навъи НМ: Вазн = 8.65 кг, Истеъмоли умумии ғизо ~ 24 кг
# Даромад = Вазн * Нарх барои 1 кг
# Харочот = Ғизо * Нархи ғизо
# Фоидаи холис = Даромад – Харочот

```

11. Варианти нави ҳисоббарорҳои амсилавӣ (СМДО)

```

import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt
# 1. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти СС
def CC_factors(M):
    U = -0.0028 * M**2 + 0.064 * M + 0.015
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)

```

```

    omega = 0.96 - 0.038 * M + 0.0041 * M**2
    return U, W, T, H, L, omega
# 2. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти НМ
def NM_factors(M):
    U = -0.0031 * M**2 + 0.062 * M + 0.012
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
    omega = 0.94 - 0.019 * M + 0.0022 * M**2
    return U, W, T, H, L, omega
# 3. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ
def system_model(t, M_vec):
    M_cc, M_nm = M_vec
    # Омилҳои таъсиррасон
    U_cc, W_cc, T_cc, H_cc, L_cc, om_cc = CC_factors(M_cc)
    U_nm, W_nm, T_nm, H_nm, L_nm, om_nm = NM_factors(M_nm)
    # Суръати афзоиш (амсилаи мантиқии мултипликативӣ)
    # Эзоҳ: (1-omega) ҳамчун омили боздории биологӣ
    dMcc_dt = M_cc * U_cc * W_cc * (T_cc/40) * (H_cc/0.73) * (L_cc/50) *
    (1 - om_cc)
    dMnm_dt = M_nm * U_nm * W_nm * (T_nm/40) * (H_nm/0.73) *
    (L_nm/50) * (1 - om_nm)
    return np.array([dMcc_dt, dMnm_dt])
# 4. Татбиқи усули Рунге-Куттаи тартиби 4 (RK4)
def runge_kutta_4(f, t0, M0, h, steps):
    t = np.zeros(steps + 1)
    M = np.zeros((steps + 1, len(M0)))
    t[0] = t0
    M[0] = M0
    for i in range(steps):
        k1 = h * f(t[i], M[i])
        k2 = h * f(t[i] + h/2, M[i] + k1/2)
        k3 = h * f(t[i] + h/2, M[i] + k2/2)
        k4 = h * f(t[i] + h, M[i] + k3)
        M[i+1] = M[i] + (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4) / 6
        t[i+1] = t[i] + h
    return t, M
# Параметрҳои ибтидоӣ

```

```

t_start = 1
t_end = 410
h = 1 # кадам 1 рӯз
steps = int((t_end - t_start) / h)
M_initial = [0.0582, 0.0541] # [M_CC, M_NM]
# Ҳисоббарориҳои амсилавӣ
time, results = runge_kutta_4(system_model, t_start, M_initial, h, steps)
# 5. Графиксозӣ
plt.figure(figsize=(10, 6))
plt.plot(time, results[:, 0], 'b-', label='Зоти СС (сафеди синапахн)')
plt.plot(time, results[:, 1], 'r--', label='Зоти НМ (навъи маҳаллӣ)')
plt.title('Динамикаи афзоиши вазни мурғи марҷон (Усули RK4)')
plt.xlabel('Вақти парвариш (рӯзҳо)')
plt.ylabel('Вазни зинда M (кг)')
plt.legend()
plt.grid(True)
plt.show()

```

12. Такмили барномаи 11: Таҳлили саҳви ҳисобкунӣ, графиксозӣ

```

import numpy as np
import pandas as pd
# 1. Маълумоти воқеӣ аз ҷадвал (барои муқоиса)
control_days = [1, 28, 56, 84, 120, 210, 410]
real_M_CC = [0.0582, 0.4004, 1.251, 2.388, 4.290, 8.980, 8.982]
real_M_NM = [0.0541, 0.3948, 1.145, 2.024, 3.91, 8.65, 9.17]
# 2. Функсияҳои омилҳои таъсиррасон барои зоти СС
def CC_factors(M):
    U = -0.0028 * M**2 + 0.064 * M + 0.015
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
    omega = 0.96 - 0.038 * M + 0.0041 * M**2
    return U, W, T, H, L, omega
# 3. Функсияҳои омилҳои таъсиррасон барои зоти NM
def NM_factors(M):
    U = -0.0031 * M**2 + 0.062 * M + 0.012
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)

```

```

H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
omega = 0.94 - 0.019 * M + 0.0022 * M**2
return U, W, T, H, L, omega
# 4. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ
def f(t, M_vec):
    M_cc, M_nm = M_vec
    U_cc, W_cc, T_cc, H_cc, L_cc, om_cc = CC_factors(M_cc)
    U_nm, W_nm, T_nm, H_nm, L_nm, om_nm = NM_factors(M_nm)
    # Амсилаи суръати афзоиш (нормализатсияи омилҳои иқлимӣ)
    # Коэффитсиенти 0.8 барои танзими миқёси суръат нисбат ба вақт
    dMcc_dt = 0.8 * M_cc * U_cc * W_cc * (T_cc/40) * (H_cc/0.73) *
    (L_cc/50) * (1 - om_cc)
    dMnm_dt = 0.8 * M_nm * U_nm * W_nm * (T_nm/40) * (H_nm/0.73) *
    (L_nm/50) * (1 - om_nm)
    return np.array([dMcc_dt, dMnm_dt])
# 5. Усули Рунге-Куттаи тартиби 4
t_start, t_end, h = 1, 410, 1
steps = t_end - t_start
t_values = np.linspace(t_start, t_end, steps + 1)
M_results = np.zeros((steps + 1, 2))
M_results[0] = [real_M_CC[0], real_M_NM[0]]
for i in range(steps):
    ti = t_values[i]
    Mi = M_results[i]
    k1 = h * f(ti, Mi)
    k2 = h * f(ti + h/2, Mi + k1/2)
    k3 = h * f(ti + h/2, Mi + k2/2)
    k4 = h * f(ti + h, Mi + k3)
    M_results[i+1] = Mi + (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4) / 6
# 6. Содироти натиҷаҳо барои рӯзҳои назоратӣ, саҳви ҳисобкунӣ
comparison_data = []
for i, day in enumerate(control_days):
    idx = int(day - 1)
    calc_cc = M_results[idx, 0]
    calc_nm = M_results[idx, 1]
    err_cc = abs(real_M_CC[i] - calc_cc) / real_M_CC[i] * 100
    err_nm = abs(real_M_NM[i] - calc_nm) / real_M_NM[i] * 100

```

```

    comparison_data.append([day,    real_M_CC[i],    round(calc_cc,    4),
round(err_cc, 2),
    real_M_NM[i], round(calc_nm, 4), round(err_nm, 2)])
# Рӯнамоии чадвали муқоисавӣ
df = pd.DataFrame(comparison_data, columns=['Рӯз', 'СС (Асл)', 'СС
(RK4)', 'Хато %', 'НМ (Асл)', 'НМ (RK4)', 'Хато %'])
print("Чадвали қиёси натиҷаҳо, таҳлили саҳв:")
print(df.to_string(index=False))

```

13. Барномаи ҷамъбасти

```

import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
import pandas as pd

# Коэффитсиентҳо
K_CC, K_NM = 19.4, 21.2
M_MAX_CC, M_MAX_NM = 9.0, 9.2
# 1. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти СС
def CC_factors(M):
    U = -0.0028 * M**2 + 0.064 * M + 0.015
    W = 0.05 + 0.21 * np.log(M + 1)
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 48 * np.exp(-1.2 * M)
    omega = M / M_MAX_CC
    return U, W, T, H, L, omega

# 2. Муайянкунии функсияҳои ёрирасон барои зоти НМ
def NM_factors(M):
    U = -0.0031 * M**2 + 0.062 * M + 0.012
    W = 0.15 + 0.12 * M
    T = 16 + 24 * np.exp(-0.85 * M)
    H = 0.72 * np.exp(-0.015 * M)
    L = 2 + 50 * np.exp(-0.4 * M)
    omega = M / M_MAX_NM
    return U, W, T, H, L, omega

# 3. Системаи муодилаҳои дифференсиалӣ
def f(t, M_vec):
    M_cc, M_nm = M_vec
    U_cc, W_cc, T_cc, H_cc, L_cc, om_cc = CC_factors(M_cc)
    U_nm, W_nm, T_nm, H_nm, L_nm, om_nm = NM_factors(M_nm)

```

```

    # Суръати афзоиш
    dMcc_dt = K_CC * M_cc * U_cc * W_cc * (T_cc/40) * (H_cc/0.73) *
    (L_cc/50) * (1 - om_cc)
    dMnm_dt = K_NM * M_nm * U_nm * W_nm * (T_nm/40) * (H_nm/0.73) *
    (L_nm/50) * (1 - om_nm)
    return np.array([dMcc_dt, dMnm_dt])
# Ҳал бо усули RK4
t_start, t_end, h = 1, 410, 1
steps = t_end - t_start
t_values = np.linspace(t_start, t_end, steps + 1)
M_results = np.zeros((steps + 1, 2))
M_results[0] = [0.0582, 0.0541]
for i in range(steps):
    ti = t_values[i]
    Mi = M_results[i]
    k1 = h * f(ti, Mi)
    k2 = h * f(ti + h/2, Mi + k1/2)
    k3 = h * f(ti + h/2, Mi + k2/2)
    k4 = h * f(ti + h, Mi + k3)
    M_results[i+1] = Mi + (k1 + 2*k2 + 2*k3 + k4) / 6
print(f"Вазн дар рӯзи 410: CC = {M_results[-1,0]:.2f} кг, NM = {M_results[-1,1]:.2f} кг\n")
# Маълумоти назоратии ҷадвалӣ
days_idx = [1, 28, 56, 84, 120, 210, 410]
real_cc = [0.0582, 0.4004, 1.251, 2.388, 4.290, 8.980, 8.982]
real_nm = [0.0541, 0.3948, 1.145, 2.024, 3.91, 8.65, 9.17]
comparison_table = []
for i, day in enumerate(days_idx):
    m_cc_calc = M_results[day-1, 0]
    m_nm_calc = M_results[day-1, 1]
    err_cc = abs(real_cc[i] - m_cc_calc) / real_cc[i] * 100
    err_nm = abs(real_nm[i] - m_nm_calc) / real_nm[i] * 100
    comparison_table.append({
        "Рӯз": day,
        "CC_Воқеӣ": real_cc[i], "CC_Амсилави": round(m_cc_calc, 4),
        "Саҳв_CC%": round(err_cc, 2),
        "НМ_Воқеӣ": real_nm[i], "НМ_Амсилави": round(m_nm_calc, 4),
        "Саҳв_НМ%": round(err_nm, 2)
    })

```

```

df_final = pd.DataFrame(comparison_table)
print(df_final.to_string(index=False))
# Танзими график
plt.figure(figsize=(12, 7))
plt.style.use('seaborn-v0_8-whitegrid')
# 1. Графики зоти СС
plt.plot(t_values, M_results[:, 0], label='СС-амсилави', color='blue', linewidth=2)
plt.scatter(days_idx, real_cc, color='darkblue', marker='o', s=80, label='СС-воқеъ')
# 2. Графики зоти NM
plt.plot(t_values, M_results[:, 1], label='NM-амсилави', color='red', linewidth=2)
plt.scatter(days_idx, real_nm, color='darkred', marker='s', s=60, label='NM-воқеъ')
plt.title('Динамикаи афзоиши вазни зиндаи мурғи марҷон (Амсилави vs
Воқеъ)', fontsize=14, fontweight='bold')
plt.xlabel('Рӯзҳои парвариш (t)', fontsize=12)
plt.ylabel('Вазни зинда (кг)', fontsize=12)
plt.legend(loc='upper left', fontsize=11)
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
plt.text(250, 4, f'k_CC = {K_CC}\nk_NM = {K_NM}\nMAPE < 5%',
        bbox=dict(facecolor='white', alpha=0.8), fontsize=12)
plt.tight_layout()
plt.show()

```



«ТАСДИҚ МЕКУНАМ»
Ректори ДМТ, д.и.х., профессор

Насриддинзода Э.С.

соли 2026

САНАД

**онд ба татбиқи натиҷаҳои асосии таҳқиқоти аз рӯйи кори диссертатсионии
Солихзода Диловари Имомалӣ дар мавзун «Амсиласозии математикӣ
динамикаи рушд ва маҳсулнокии мурғи марҷон»**

Таҳқиқи ҳаёту фаъолияти индивидҳои синфҳои тақсимоии популятсияҳои мурғони марҷони зоти сафеди синапахн ва навъи маҳаллии дар шароити иқлимии хоҷагиҳои парандапарварии Тоҷикистон парваришёбанда яке аз масъалаҳои мубрами муосир ба ҳисоб рафта, дар ҳолати илман муайян кардан ва ба таври оптималӣ танзим намудани омилҳои табиӣ ба фаъолияти онҳо таъсиррасонанда имконият ба вуҷуд меояд, ки самаранокии маҳсулнокии онҳо баланд бардошта шавад. Маҳз аз ҳамин дидгоҳ дар таҳқиқоти диссертатсионии Солихзода Д.И. бо истифода аз усулҳои муосири амсиласозии математикӣ ва компютерӣ динамикаи рушди теъдод, тухмнокии ва вазни зиндаи индивидҳои синфҳои тақсимоии популятсияҳои мурғони марҷони зотҳои зикршуда мавриди таҳлили амиқ қарор дода шудаанд.

Натиҷаҳои дар раванди таҳқиқот ҳосилшуда ҷанбаҳои илмӣ ва амалӣ дошта, онҳоро дар пешбурди соҳаи кишоварзӣ, хусусан, дар идоракунии илмӣ фаъолияти хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ истифода бурдан ба мақсад мувофиқ аст. Навгониҳои дар соҳаи амсиласозӣ бадастомада метавонанд дар таҳияи стратегияҳои самарабахши танзими хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ истифода шаванд.

Инчунин, ҷамъбаст ва умумигардонии натиҷаҳои илмӣ ҳосилшуда имкон медиҳанд, ки барои мутахассисон ва хоҷагиҳои мурғимарҷонпарварӣ курсҳои тақмили ихтисос ва рушди малакаҳои касбӣ ташкил карда шуда, барои донишҷӯёни ихтисосҳои информатика ва биологияи Донишгоҳи миллии Тоҷикистон курсҳои махсуси лексионӣ ва амалӣ таҳия карда шаванд.

Декани факултети механикаю
математикаи ДМТ, н.и.т, дотсент

И.М. Саидзода

Раиси Шурои илмию методии
факултети механикаю математикаи
ДМТ, д.и.ф.м., профессор

Ш.А. Хайруллохзода