MINTAQAGA MOSLASHUVCHAN OZIQLANISH TAVSIYA IZIMLARINI OPTIMALLASHTIRISH: FR-RANC MODELI VA O‘ZBEKISTON SHAROITIDA TATBIQ ETISH ISTIQBOLLARI

Quljanova Shukurjon Zaribovna
Urganch RANCH texnologiya universiteti
“Raqamli texnologiyalar”
kafedrasi stajor o‘qituvchi
Email: quljanova83@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.22595863
Tel: +998 88 6005035

Annotatsiya

Ushbu maqolada mintaqaga moslashuvchan, oziqlanishga yo‘naltirilgan FR-RANC tavsiya tizimi ikkilamchi tahlil usulida o‘rganildi. Tizim foydalanuvchining yoshi, jinsi, antropometrik ko‘rsatkichlari, faolligi, sog‘liq holati va iqtisodiy imkoniyatlarini hududiy oziq-ovqat bazasi bilan birlashtirib, Simulated Annealing (SA) algoritmi yordamida oziq moddalari bo‘yicha muvozanatlangan ro‘yxat hosil qiladi [1]. Manbada 14 ta makro va mikroelement qamrab olinishi, oziq-ovqat ro‘yxatlarining qariyb 90 foizi makronutrient maqsadlariga mos kelishi va dietolog bahosining o‘rtacha 7,5/10 bo‘lishi qayd etilgan [1]. Tahlil natijasida modelning cold-start muammosiga chidamliligi, hududiy va iqtisodiy moslashuvchanligi uning asosiy ustunliklari sifatida aniqlandi. Shu bilan birga, sinovlarning sun’iy shakllantirilgani, real foydalanuvchilar bilan uzun muddatli validatsiya yo‘qligi, narxlarning dinamik hisobga olinmagani va tibbiy xavfsizlik cheklovlari muhim kamchiliklar sifatida baholandi. O‘zbekiston sharoiti uchun mahalliy oziq-ovqat tarkibi bazasi, bozor narxlari, mavsumiylik, milliy taom retseptlari va izohlanuvchi tavsiyalarni birlashtiruvchi konseptual yo‘l xaritasi taklif etildi.

Kalit so‘zlar: oziq-ovqat tavsiya tizimi, shaxsiylashtirilgan ovqatlanish, qarorlarni qo‘llab-quvvatlash, Simulated Annealing, hududiy moslashuv, mikroelementlar, O‘zbekiston.

1. Kirish

Raqamli ovqatlanish tizimlarining aksariyati foydalanuvchi tomonidan iste’mol qilingan oziq-ovqat mahsulotlarining umumiy kaloriyasini hisoblash, oqsil, yog‘ va uglevod kabi ayrim makronutrientlarni nazorat qilish yoki ma’lum bir kasallikka moslashtirilgan menyuni shakllantirish bilan cheklanadi. Bunday tizimlar ovqatlanish jarayonini soddalashtirishga yordam bersa-da, shaxsiy ratsionni rejalashtirishga ta’sir qiluvchi ko‘plab real omillarni kompleks tarzda hisobga olmaydi. Xususan, foydalanuvchining yashash hududi, ijtimoiy-iqtisodiy holati, oilaviy daromadi, oziq-ovqat uchun ajrata oladigan mablag‘i, mahalliy bozordagi mahsulotlarning mavjudligi va mavsumiyligi ko‘pincha tavsiya algoritmlaridan tashqarida qoladi [1], [4]. Natijada tizim tomonidan taklif etilgan ratsion oziqaviy jihatdan maqbul bo‘lsa ham, iqtisodiy, hududiy yoki amaliy nuqtayi nazardan foydalanuvchi uchun bajarib bo‘lmaydigan tavsiyaga aylanishi mumkin. Bundan tashqari, amaldagi raqamli ovqatlanish platformalarining muhim kamchiliklaridan biri oziq moddalari o‘rtasidagi murakkab bog‘liqliklarni yetarli darajada baholamasligidir. Inson organizmining sog‘lom faoliyati faqat kaloriyaning umumiy miqdori yoki makronutrientlar nisbatiga bog‘liq emas. Ratsion tarkibida vitaminlar, mineral moddalar, oziq tolalari, to‘yinmagan yog‘ kislotalari va boshqa biologik faol komponentlarning yetarli miqdorda bo‘lishi ham muhimdir. Shu bilan birga, ayrim oziq moddalarining me’yordan ortiq iste’mol qilinishi salomatlik uchun qo‘shimcha xavf tug‘dirishi mumkin. Shuning uchun sog‘lom

ovqatlanish tavsiyasi oziq moddalari uchun nafaqat minimal ehtiyoj ko‘rsatkichlarini, balki ularning xavfsiz yuqori iste’mol chegaralarini ham hisobga olishi lozim [2], [3].

Shaxsiylashtirilgan ratsionni yaratishda foydalanuvchining yoshi, jinsi, tana vazni, bo‘yi, jismoniy faollik darajasi, fiziologik holati, mavjud kasalliklari, allergiyalari va individual cheklovlari ham muhim parametrlar hisoblanadi. Masalan, qandli diabetga chalingan foydalanuvchi uchun uglevodlarning umumiy miqdori bilan bir qatorda ularning turi, glikemik xususiyati va kun davomida taqsimlanishi ham ahamiyatga ega. Yurak-qon tomir kasalliklarida natriy, to‘yingan yog‘lar va xolesterin miqdorini nazorat qilish zarur bo‘lsa, kamqonlik holatida temir, folat, B_{12} vitamini va ularning o‘zlashtirilishiga ta’sir qiluvchi oziq-ovqat birikmalarini kompleks baholash talab etiladi. Demak, bir kasallikka yoki bitta oziq moddasiga asoslangan tavsiya tizimi insonning umumiy salomatlik holatini to‘liq ifodalay olmaydi.

Muammoning yana bir jihati shundaki, oziq-ovqat mahsulotlarining tarkibi va narxi hududlar bo‘yicha sezilarli farq qiladi. Bir mamlakat yoki hudud uchun tuzilgan oziq-ovqat ma’lumotlar bazasi boshqa hudud aholisi ratsionini rejalashtirishda to‘liq mos kelmasligi mumkin. Mahsulot navlari, yetishtirish sharoiti, saqlash va qayta ishlash usullari ularning oziqaviy qiymatiga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli foydalanuvchiga real sharoitda tatbiq etilishi mumkin bo‘lgan tavsiya berish uchun tizim mahalliy oziq-ovqat tarkibi, narxlar, bozordagi mavjudlik, mavsumiy o‘zgarishlar hamda aholining milliy taomlarni iste’mol qilish odatlari haqidagi ma’lumotlardan foydalanishi kerak [1], [4].

FR-RANC modeli aynan shu ilmiy-amaliy bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan bo‘lib, unda bilimga asoslangan qarorlarni qo‘llab-quvvatlash mexanizmi metaevristik optimallashtirish usullari bilan integratsiya qilinadi [1]. Bilimga asoslangan modul ovqatlanish me’yorlari, tibbiy cheklovlar, oziq moddalar o‘rtasidagi bog‘liqliklar va mahsulotlarni tanlash qoidalarini ifodalaydi. Optimallashtirish moduli esa bir-biriga qisman zid bo‘lishi mumkin bo‘lgan mezonlar orasidan eng maqbul yechimni izlaydi. Masalan, ratsion bir vaqtning o‘zida oziqaviy jihatdan to‘laqonli, xavfsiz, arzon, foydalanuvchining didiga mos va mahalliy bozorda mavjud mahsulotlardan tuzilgan bo‘lishi kerak. Mazkur talablarning barchasini an’anaviy, qat’iy qoidalarga asoslangan algoritm yordamida bir vaqtda qanoatlantirish murakkab bo‘lganligi sababli metaevristik optimallashtirish usullaridan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

FR-RANC arxitekturasi shaxsiy ma’lumotlar, oziq-ovqat tarkibi, tibbiy tavsiyalar, iqtisodiy cheklovlar va mahsulotlarning mavjudligi haqidagi ma’lumotlarni yagona qaror qabul qilish muhitida birlashtirish imkonini beradi. Tizimning maqsad funksiyasida ratsionning tavsiya etilgan oziqaviy me’yorlardan og‘ishi, umumiy xarajati, mahsulotlarning foydalanuvchi uchun maqbulligi va xavfsizlik cheklovlarining buzilishi alohida ko‘rsatkichlar sifatida baholanishi mumkin. Natijada model shunchaki nazariy jihatdan “eng sog‘lom” menyuni emas, balki foydalanuvchining kundalik hayotida amalga oshirishi mumkin bo‘lgan muvozanatli ratsionni shakllantirishga intiladi. Shu bilan birga, FR-RANC modelining samaradorligini baholashda faqat algoritm tomonidan topilgan yechimlarning matematik optimal qiymatlari bilan cheklanib qolish yetarli emas. Model tavsiyalarining dietologlar xulosalari bilan mosligi, foydalanuvchilar tomonidan qabul qilinishi, uzoq muddat davomida bajarilishi va salomatlik ko‘rsatkichlariga ta’siri ham o‘rganilishi kerak. Shuningdek, tavsiyalarning tushuntirilishi, ya’ni muayyan mahsulot nima uchun tanlangani yoki nima sababdan boshqa mahsulot chiqarib tashlangani foydalanuvchiga aniq ko‘rsatilishi muhimdir. Tushuntiriladigan tavsiya mexanizmi tizimga bo‘lgan ishonchni oshiradi va tibbiy-dietologik qarorlarni mutaxassis tomonidan nazorat qilish imkonini yaratadi.

Ushbu yondashuvni O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish alohida ilmiy-amaliy ahamiyatga ega. Buning uchun, avvalo, mamlakatda keng iste’mol qilinadigan mahsulotlar va milliy taomlarning tarkibini aks ettiruvchi ishonchli mahalliy oziq-ovqat ma’lumotlar

bazasini shakllantirish talab etiladi. Palov, shurva, manti, lag‘mon, mastava, somsa va non mahsulotlari kabi murakkab tarkibli taomlarning oziqaviy qiymati retsept, hudud va tayyorlash usuliga qarab o‘zgarishi mumkin. Shu sababli bunday taomlar uchun standartlashtirilgan retseptlar bilan bir qatorda porsiya hajmi va hududiy variantlarni ham hisobga oluvchi ma’lumotlar modeli ishlab chiqilishi lozim.

O‘zbekistonning iqtisodiy va geografik xususiyatlari ham model parametrlariga kiritilishi zarur. Oziq-ovqat narxlari viloyatlar, shahar va qishloq hududlari hamda fasllar bo‘yicha o‘zgaradi. Shuning uchun tizim narxlar haqidagi ma’lumotlarni muntazam yangilab borishi, foydalanuvchining kunlik yoki haftalik budjetiga mos mahsulotlarni tanlashi va qimmat mahsulotlar uchun oziqaviy jihatdan teng qiymatli mahalliy muqobillarni tavsiya qilishi kerak. Masalan, import qilinadigan yoki qimmat mahsulot o‘rniga shu kabi oziq moddalarini ta’minlovchi arzonroq mahalliy mahsulotni taklif etish ratsionning bajarilish imkoniyatini oshiradi.

Madaniy va diniy omillar ham tavsiya tizimining ajralmas qismi bo‘lishi kerak. O‘zbekistonda taomlarni oilaviy iste’mol qilish, milliy pazandachilik an’analari, halol mahsulotlarga bo‘lgan talab, Ramazon oyidagi ovqatlanish tartibi va mehmondorchilik madaniyati ratsionni shakllantirishga bevosita ta’sir qiladi. Tizim ushbu omillarni hisobga olmasa, uning tavsiyalari oziqaviy jihatdan to‘g‘ri bo‘lsa ham, foydalanuvchi tomonidan qabul qilinmasligi mumkin. Shu bois FR-RANC modeliga madaniy maqbullik, diniy cheklovlar va individual didni ifodalovchi qo‘shimcha mezonlarni kiritish maqsadga muvofiqdir.

Mazkur maqolaning asosiy maqsadi FR-RANC modelining arxitekturasi, algoritmik yechimlari va e’lon qilingan natijalarini tanqidiy tahlil qilishdan iborat. Tahlil jarayonida modelning bilimlar bazasi, cheklovlarni shakllantirish usuli, maqsad funksiyasi, metaevristik qidiruv mexanizmi va natijalarni baholash mezonlari o‘rganiladi. Shu bilan birga, modelning afzalliklari, amaliy cheklovlari, ma’lumotlar sifati va yangilanishiga bog‘liqligi hamda tavsiyalarning klinik ishonchliligi muhokama qilinadi. Tadqiqotning ikkinchi yo‘nalishi FR-RANC yondashuvini O‘zbekistonning oziq-ovqat bozori, aholi daromadi, hududiy tafovutlar, milliy taomlar va madaniy ovqatlanish odatlariga moslashtirish uchun zarur bo‘lgan ilmiy-amaliy talablarni ishlab chiqishga qaratilgan. Shunday qilib, FR-RANC modeli shaxsiylashtirilgan ovqatlanish tavsiyalarini yaratishda oziqaviy me’yorlar, iqtisodiy imkoniyatlar, mahsulotlarning mavjudligi va foydalanuvchi xohishlarini birgalikda hisobga olishga qaratilgan istiqbolli yondashuvdir. Biroq uning O‘zbekiston sharoitida samarali qo‘llanishi mahalliy ma’lumotlar bazasini yaratish, narx va mavjudlik ko‘rsatkichlarini dinamik yangilash, milliy taomlarni standartlashtirish, tibbiy xavfsizlikni tekshirish hamda foydalanuvchi ma’lumotlarini himoya qilish mexanizmlarini ishlab chiqishni talab etadi. Ushbu talablarning bajarilishi FR-RANC asosidagi tizimni nazariy modeldan kundalik hayotda foydalanish mumkin bo‘lgan, iqtisodiy jihatdan maqbul va madaniy jihatdan mos raqamli ovqatlanish vositasiga aylantirish imkonini beradi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot dizayni tizimli ikkilamchi tahlilga asoslandi. Asosiy manba sifatida Siddiqui va hammualliflarning 2025-yilda IEEE Access jurnalida chop etilgan FR-RANC maqolasi olindi [1]. Algoritm tanlovi, oziq moddalari me’yorlari, ma’lumotlar bazasi va klinik cheklovlarni sharhlashda manbaning asosiy nazariy adabiyotlaridan foydalanildi [2]–[11].

Tahlil to‘rt mezon bo‘yicha olib borildi: (1) funksional to‘liqlik; (2) optimallashtirishning matematik asoslanganligi; (3) eksperimental dalillarning ishonchliligi; (4) boshqa hududga ko‘chirish imkoniyati. Maqoladagi raqamli ko‘rsatkichlar qayta guruhlandi va vizual tahlil qilindi. Barcha raqamlar birlamchi tajriba natijasi emas, balki [1] da e’lon qilingan ma’lumotlarning analitik qayta ifodasidir.

1-jadval. Tahliliy baholash mezonlari [1].

Tahlil yo‘nalishi	Baholash savoli	Dalil turi
Arxitektura	Foydalanuvchi, mahsulot va me’yor ma’lumotlari qanday bog‘langan?	DSS va ma’lumotlar modeli
Algoritm	Ko‘p oziq modda va cheklovlar qanday optimallashtirilgan?	SA xarajat va qo‘shni yechim funksiyasi
Natija	Maqsadga moslik va ekspert bahosi qanchalik?	Statistik ko‘rsatkichlar va dietolog bahosi
Transfer	Model O‘zbekiston sharoitida qaysi ma’lumotlarga muhtoj?	Mahalliylashtirish talablari

3. FR-RANC tizimining konseptual arxitekturasi

FR-RANC besh qatlamli mantiqqa ega: foydalanuvchi profili, hududiy-iqtisodiy filtr, oziq-ovqat va me’yoriy ma’lumotlar, DSS hamda SA optimallashtirish moduli. Foydalanuvchi profili yosh, jins, bo‘y, vazn, faollik, madaniy afzallik, daromad va sog‘liq holatini o‘z ichiga oladi. Mahsulot bazasida oziq moddalari 100 gramm iste’mol qilinadigan qism uchun saqlanadi [1], [6].



1-rasm. Hududiy moslashuvchan oziqlanish tavsiya tizimining umumlashtirilgan arxitekturasi

Manba: muallif tomonidan [1] asosida qayta ishlab chiqilgan.

Arxitekturaning muhim jihati — tavsiyani foydalanuvchilarning oldingi reytinglariga bog‘lamasligidir. Shu sababli yangi foydalanuvchi uchun tarixiy xulq ma’lumotlari bo‘lmasa ham, anketadagi aniq atributlar va normativ ehtiyojlar asosida boshlang‘ich tavsiya shakllanadi. Bu klassik kollaborativ filtrlashdagi cold-start muammosini kamaytiradi [4], [5]. Biroq foydalanuvchi didini yetarli darajada model qilmaslik tavsiya qilingan ro‘yxatning amalda qabul qilinishiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

4. Simulated Annealing algoritmining tahlili

Tizimdagi oziq-ovqat miqdorlari $q = (q_1, q_2, \ldots, q_n)$ vektor bilan ifodalanadi. Har bir j oziq modda uchun real yig‘indi $\Sigma(q_i \cdot n_{ij})$ va maqsad T_j o‘rtasidagi nisbiy og‘ish hisoblanadi. Umumiy xarajat funksiyasi quyidagicha ifodalanadi [1]:

$$\mathbf{C(q) = \Sigma_j |(\Sigma_i\, q_i \cdot n_{ij} - T_j) / T_j|}$$

Mazkur funksiya turli o‘lchov birliklaridagi oziq moddalar og‘ishini maqsad qiymatiga nisbatan normallashtiradi. Bu kaltsiy (mg), vitamin D (µg) va oqsil (g) kabi turli masshtablarni bitta skalyar mezonda solishtirish imkonini beradi. Sog‘liq holatiga qarab muhim oziq moddalarga qo‘shimcha vazn berish mumkin. Masalan, buyrak kasalligida kaliy, fosfor va natriy; homiladorlikda esa tola, kaliy, temir va vitamin D ustuvorlashtiriladi [1], [8], [9].

SA yaxshi yechimlarni doimo, yomonroq yechimlarni esa haroratga bog‘liq ehtimol bilan qabul qiladi. Boshlang‘ich yuqori harorat lokal minimumlardan chiqishga yordam beradi; sovitish davomida qidiruv barqarorlashadi [7]. Chiziqli dasturlash murakkab shartli cheklovlarda kasr yoki amaliy bo‘lmagan porsiyalar berishi, genetik algoritm esa ko‘p parametr sozlashni talab qilishi mumkin. Manba mualliflari SA ni barqarorlik va moslashuvchanlik muvozanati sabab tanlagan [1].

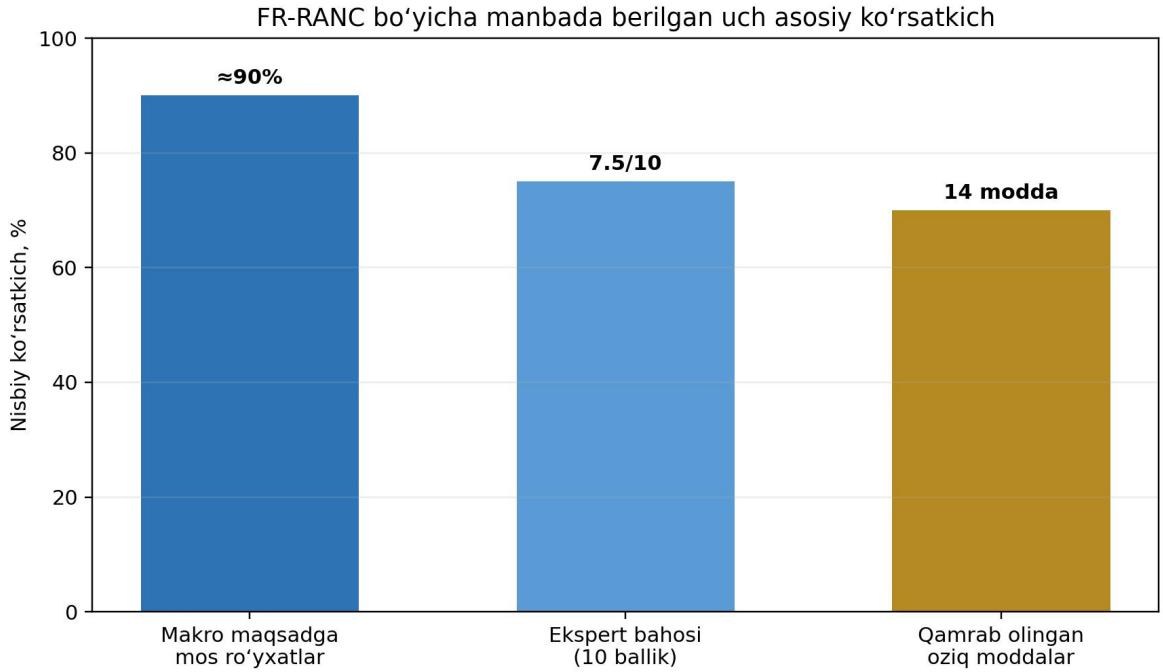
2-jadval. Oziqlanishni optimallashtirish usullarining tahliliy taqqoslanishi

Usul	Kuchli tomoni	Cheklovi	Mazkur masalaga mosligi
Chiziqli dasturlash	Tez va izohlanadigan	Nochiziqli va shartli cheklovlar qiyin; kasr porsiya	Bazaviy taqqoslash uchun
Genetik algoritm	Keng qidiruv maydoni	Parametr sezgirligi va erta konvergentsiya	Murakkab, lekin sozlash xarajati yuqori
PSO	Uzluksiz fazoda samarali	Diskret mahsulot almashinuvida qo‘shimcha mexanizm kerak	Gibrid variant sifatida
Simulated Annealing	Lokal minimumdan chiqadi; sodda qo‘shni funksiya	Sovitish jadvali va to‘xtash mezoniga sezgir	FR-RANC uchun tanlangan

Manba: [1], [7], [11] asosida muallif tahlili.

5. Natijalarning ikkilamchi tahlili

FR-RANC baholashida tizimli yaratilgan test holatlaridan foydalanilgan. Manbaga ko‘ra, oziq-ovqat ro‘yxatlarining 90 foizdan ortig‘i makronutrient maqsadlariga yaqinlashgan, mikroelementlar taqsimoti esa tavsiya etilgan qiymatlar atrofida tor diapazonda shakllangan [1]. Tizim 14 ta makro va mikroelementni hisobga oladi; bu ko‘plab avvalgi tizimlardagi 3–7 element qamroviga nisbatan kengroqdir [1].



2-rasm. FR-RANC bo‘yicha e’lon qilingan asosiy ko‘rsatkichlarning normallashtirilgan ko‘rinishi

Izoh: 14 modda ustuni faqat vizual taqqoslash uchun 14/20×100 tarzida normallashtirilgan. Manba: [1].

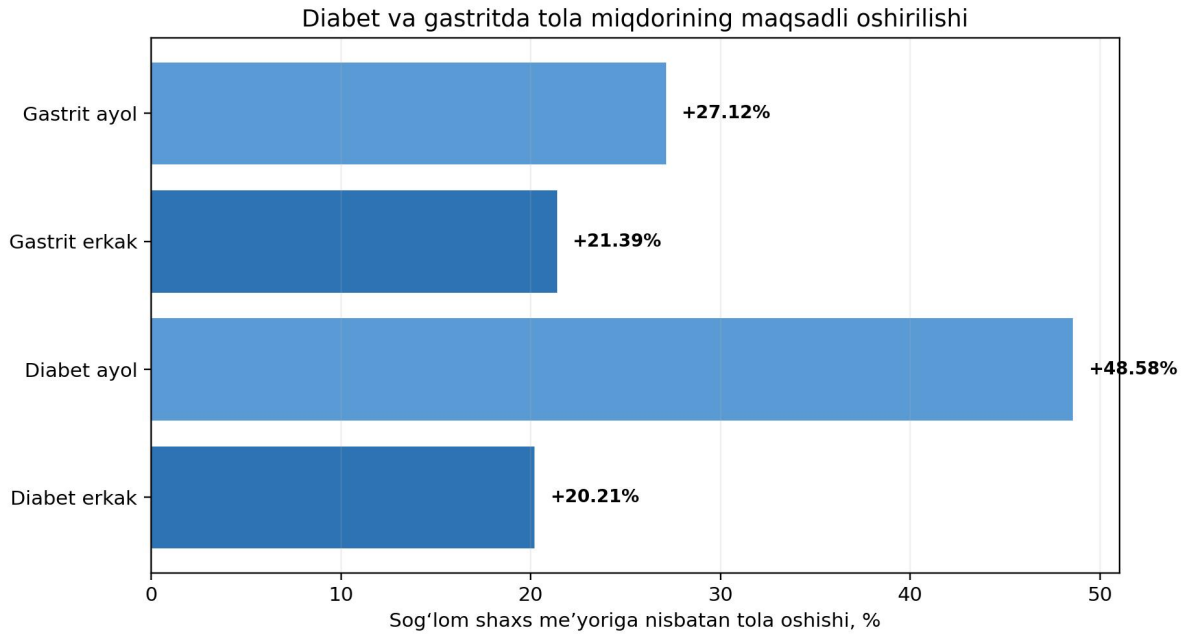
3-jadval. FR-RANC natijalarining tanqidiy talqini

Ko‘rsatkich	E’lon qilingan natija	Tahliliy talqin
Makronutrient maqsadlari	≈90% moslik	Algoritm umumiy energiya va makro muvozanatda samarali
Mikronutrientlar	O‘rtacha atrofida tor taqsimot	Ko‘p oziq modda birgalikda nazorat qilinadi
Ekspert bahosi	7,5/10	Amaliy moslik qoniqarli, lekin mahsulot tanlashni yaxshilash zarur
Oziq modda qamrovi	14 ta	Avvalgi 3–7 modda qamroviga nisbatan keng
Hududlar	Kanada va Bangladesh bazalari	Modullilik ko‘rsatilgan, global umumlashtirish hali cheklangan

Manba: [1] ma’lumotlari asosida muallif tahlili.

5.1. Sog‘liq holatiga mos ustuvorliklar

Manbada diabet va gastrit uchun yuqori tolali ratsion ustuvorlashtirilgan. Sog‘lom guruh me’yoriga nisbatan tolalar diabetli erkaklarda 20,21%, ayollarda 48,58%, gastritli erkaklarda 21,39% va ayollarda 27,12% ga oshirilgan [1], [8], [10]. Bu o‘zgarish algoritmning barcha foydalanuvchilarga bir xil ratsion bermasdan, kasallikka mos maqsadlarni o‘zgartira olishini ko‘rsatadi.



3-rasm. Diabet va gastritda tola iste’molining nisbiy oshirilishi

Manba: [1] da e’lon qilingan qiymatlar asosida muallif vizualizatsiyasi.

4-jadval. Sog‘liq holatlari bo‘yicha algoritmik ustuvorliklar

Holat	Ustuvor oziq moddalar	Manbadagi asosiy kuzatuv
Yurak-qon tomir	Natriy, umumiy va to‘yingan yog‘	Erkaklarda natriy 1501,05 mg; ayollarda 1214,47 mg
Buyrak kasalligi	Kaliy, fosfor, natriy	Erkaklarda og‘ishlar mos ravishda −1,60%, +2,64%, −8,21%
Homiladorlik	Tola, kaliy, temir, vitamin D	Kaliy +3,42%; temir −8,61%; vitamin D −10,67%
Diabet	Tola va energiya nazorati	Tola erkaklarda +20,21%; ayollarda +48,58%
Gastrit	Tola va mos mahsulot tanlovi	Tola erkaklarda +21,39%; ayollarda +27,12%

Manba: [1], [8]–[10]. Qiymatlar klinik tavsiya emas, manba natijalarining tahliliy bayonidir.

6. Kuchli tomonlar va metodologik cheklovlar

6.1. Kuchli tomonlar

- Kompleks profil: demografiya, antropometriya, faollik, sog‘liq, madaniyat, hudud va daromad bir modelda birlashtiriladi [1].
- Hududiy portativlik: oziq-ovqat tarkibi bazasi modulli qatlam orqali almashtirilishi mumkin.
- Ko‘p maqsadli muvozanat: 14 oziq modda bir vaqtda baholanadi.
- Cold-startga chidamlilik: tavsiya tarixiy reytingdan ko‘ra bilim va me’yorlarga tayangan.
- Profilaktik yo‘nalish: tizim kasallikni tashxislash emas, kundalik muvozanatni qo‘llab-quvvatlashga qaratilgan.

6.2. Cheklovlar

● Baholash asosan sun’iy shakllantirilgan test holatlariga tayangan; real ovqatlanish kundaliklari va randomizatsiyalangan sinovlar yo‘q [1].

● Bitta dietologning subyektiv 10 ballik bahosi tashqi validlik uchun yetarli emas.

● Narx va mahsulot mavjudligi real vaqt rejimida yangilanmaydi; ‘past/o‘rta/yuqori daromad’ qo‘lda kategoriyalangan.

● Kanada DRI me’yorlarining Bangladeshga qo‘llanishi mualliflar tomonidan mahalliy me’yor yo‘qligi bilan izohlangan, biroq biologik va ovqatlanish kontekstidagi farqlar saqlanadi [1], [6].

● Bir nechta kasallik bir vaqtda mavjud bo‘lganda qarama-qarshi cheklovlarni muvofiqlashtirish mexanizmi to‘liq bayon qilinmagan.

● Tavsiya ro‘yxatining xulqiy qabul qilinishi, taom tayyorlash usuli va porsiya bajarilishi o‘lchanmagan.

7. O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish modeli

O‘zbekiston uchun tizimni to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish emas, balki ma’lumotlar va cheklovlarni mahalliy qayta kalibrlash talab etiladi. Birinchi bosqichda milliy oziq-ovqat tarkibi ma’lumotlari yagona sxemaga keltirilishi; ikkinchi bosqichda viloyatlar kesimida bozor narxlari va mavsumiy mavjudlik qo‘shilishi; uchinchi bosqichda palov, shurva, manti kabi murakkab taomlar retsept va pishirishdagi yo‘qotish koeffitsiyentlari orqali tarkiblarga ajratilishi zarur.

5-jadval. FR-RANC modelini O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish yo‘l xaritasi

Komponent	Mahalliylashtirish talabi	Tavsiya etilgan yechim	Kutiladigan samara
Oziq-ovqat bazasi	Mahalliy mahsulot va milliy taomlar	100 g va porsiya bo‘yicha standart sxema	Hisob aniqligi
Narx	Viloyat va mavsum bo‘yicha o‘zgarish	Haftalik bozor narxlari API/jadvali	Real iqtisodiy moslik
Madaniy omil	Halol, vegetarianlik, odatiy taomlar	Qattiq filtr + afzallik balli	Tavsiya qabul qilinishi
Sog‘liq	Birgalikdagi kasalliklar	Qoidalar dvigateli va shifokor tasdig‘i	Xavfsizlik
Interfeys	O‘zbek/rus/qoraqalp oq tillari	Ko‘p tilli izohlanuvchi mobil interfeys	Foydalanish qulayligi
Validatsiya	Mahalliy real foydalanuvchilar	Ko‘p markazli pilot va dietologlar paneli	Tashqi ishonchlilik

Manba: muallif taklifi, [1], [6], [9] asosida.

Taklif etilayotgan kengaytirilgan xarajat funksiyasi faqat oziq modda og‘ishini emas, narx, foydalanuvchi didi, mavsumiylik va xavfsizlik buzilishini ham baholashi kerak: $J(q)=w_nC_n(q)+w_pC_p(q)+w_rC_r(q)+w_sC_s(q)+P(q)$. Bu yerda C_n — oziq modda og‘ishi, C_p — byudjet og‘ishi, C_r — afzallikka nomoslik, C_s — mavsumiy/mavjudlik xarajati, P(q) esa allergiya yoki klinik chegarani buzganlik uchun katta jarima. Vaznlar dietolog va foydalanuvchi ishtirokida kalibrlanishi lozim.

8. Muhokama

FR-RANC ovqatlanish tavsiya tizimlarida aniqlikdan tashqari adolatlilik va amaliy mavjudlikni ham optimallashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Qimmat yoki hududda topilmaydigan mahsulotlardan tuzilgan ‘ideal’ menyu matematik jihatdan to‘g‘ri bo‘lsa-da, amalda bajarilmaydi. Shu bois iqtisodiy holatni cheklov sifatida qo‘shish tizimning ijtimoiy ahamiyatini oshiradi [1].

Biroq algoritmik muvozanat klinik xavfsizlik bilan tenglashtirilmasligi kerak. Oziq modda maqsadlari sog‘liq holatiga mos o‘zgartirilgan bo‘lsa ham, tizim tashxis qo‘ymaydi va davolash rejasini almashtirmaydi. Ayniqsa buyrak kasalligi, homiladorlik yoki bir nechta surunkali kasalliklarda tavsiya tibbiyot mutaxassisi nazoratida qo‘llanishi shart [8], [9].

Kelgusi tadqiqotlar real foydalanuvchilarning kamida 8–12 haftalik ovqatlanish kundaliklari, laborator ko‘rsatkichlari, tavsiyaga rioya qilish darajasi va foydalanuvchi qoniqishini o‘lchashi lozim. SA ni genetik algoritm, PSO va aralash butun sonli dasturlash bilan bir xil ma’lumotlarda solishtirish hisoblash va yechim sifatidagi ustunlikni xolis aniqlashga imkon beradi.

9. Xulosa

Tahlil shuni ko‘rsatdiki, FR-RANC modeli shaxsiylashtirilgan ovqatlanish, hududiy mahsulot bazasi, iqtisodiy imkoniyat va ko‘p oziq modda optimallashtirishini yagona DSS doirasida birlashtirgan istiqbolli yondashuvdir. Manbada qayd etilgan ≈90% makronutrient mosligi, 14 oziq modda qamrovi va 7,5/10 ekspert bahosi modelning dastlabki texnik salohiyatini tasdiqlaydi [1]. Shu bilan birga, bu natijalar real klinik samaradorlik isboti emas. O‘zbekiston sharoitida ilmiy asoslangan tatbiq mahalliy tarkib bazasi, real narx va mavsumiylik, milliy taomlar modeli, ko‘p kasallikli xavfsizlik qoidalari hamda keng ko‘lamli foydalanuvchi validatsiyasini talab qiladi. Ana shu shartlar bajarilganda tizim dietolog uchun sonli yordamchi va aholi uchun profilaktik ovqatlanish rejalashtiruvchisi bo‘lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Siddiqui M., Akther F., Rahman G. M. E. U., Mostafa R. A Regionally Adaptable Nutrition Centric Food Recommendation System (FR-RANC). IEEE Access, 2025, vol. 13, pp. 150179–150198. DOI: 10.1109/ACCESS.2025.3592210.
2. Grajek M. va boshq. Nutrition and mental health: A review of current knowledge about the impact of diet on mental health. Frontiers in Nutrition, 2022, vol. 9, 943998.
3. Espinosa-Salas S., Gonzalez-Arias M. Nutrition: Micronutrient Intake, Imbalances, and Interventions. StatPearls/NCBI Bookshelf, 2023.
4. Tran T. N. T., Atas M., Felfernig A., Stettinger M. An overview of recommender systems in the healthy food domain. Journal of Intelligent Information Systems, 2017, vol. 50, no. 3, pp. 501–526.
5. Toledo R. Y., Alzahrani A. A., Martínez L. A food recommender system considering nutritional information and user preferences. IEEE Access, 2019, vol. 7, pp. 96695–96711.
6. Health Canada. Dietary Reference Intakes Tables. 2023. https://www.canada.ca/en/health-canada/services/food-nutrition/healthy-eating/dietary-reference-intakes/tables.html
7. Kirkpatrick S., Gelatt C. D., Vecchi M. P. Optimization by simulated annealing. Science, 1983, vol. 220, no. 4598, pp. 671–680.
8. Reynolds A., Mitri J. Nutritional Recommendations for Individuals With Diabetes. NCBI Bookshelf, 2024.

9. National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Eating Right for Chronic Kidney Disease. 2016.
10. Mount Sinai Health System. Gastritis Information. Accessed 2 December 2024.
11. Sarani Rad F., Amiri M., Li J. Optimizing nutritional decisions: A PSO–SA-enhanced AHP approach for personalized meal planning. Nutrients, 2024, vol. 16, no. 18, 3117.
12. Shaheen N. va boshq. Development of a new food composition table: An updated tool for estimating nutrient intake in Bangladeshi population. Food Chemistry, 2022, vol. 395, 133544.