



IJTIMOIIY-GUMANITAR SOHADA ILMIY-INNOVATSION TADQIQOTLAR

ILMIY METODIK JURNALI



VOL.3 № 2

2026

ZAMONAVIY TESTLASHTIRISH NAZARIYASIDA MAQSADLI PARAMETRLARINI BAHOLASH MODELLARI

Usmanov Salaxdin Alikulovich

O'zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali, pedagogika fanlari nomzodi, professor

Arakulov Gayrat Tulkinovich

O'zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali

Hatamov Sirojiddin Melixo'zi o'g'li

O'zbekiston Milliy universitetining Jizzax filiali

Annotatsiya

Mazkur maqolada testlar, so'rovnomalar va shunga o'xshash o'lchov instrumentlarini loyihalash, tahlil qilish va baholash, topshiriqqa javoblarni modeli bashorat qilish va bilimlarning umumiy sifati o'rtasida bog'liqlik masalalari tadqiq qilingan. Topshiriqlar va respondentlarning maqsadli parametrlarini baholashda zamonaviy testlashtirish nazariyasining modellarini qo'llash imkoniyatlari tadqiq qilingan.

Kalit so'zlar: IRT, o'lchov, respondent, model, metod, Rash modeli, logit, parametr, baholash.

МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЦЕЛЕВЫХ ПАРАМЕТРОВ В СОВРЕМЕННОЙ ТЕОРИИ ТЕСТИРОВАНИЯ

Усманов Салахдин Аликулич

Джизакский филиал Национального университета Узбекистана, кандидат педагогических наук, профессор

Аракулов Гайрат Тулкинович

Джизакский филиал Национального университета Узбекистана

Хатамов Сирожиддин Мелихўзи угли

Джизакский филиал Национального университета Узбекистана

Аннотация

В данной статье исследуются вопросы проектирования, анализа и оценки тестов, анкет и других измерительных инструментов, а также моделирования прогнозирования ответов на задания и их взаимосвязи с общим качеством знаний. Рассматриваются возможности применения моделей современной теории тестирования при оценке целевых параметров заданий и респондентов. Особое внимание уделяется использованию моделей IRT, включая модель Раша, для количественного измерения и интерпретации параметров в логит-шкале.

Ключевые слова: IRT, измерение, респондент, модель, метод, модель Раша, логит, параметр, оценивание.

MODELS FOR ASSESSING TARGET PARAMETERS IN MODERN TESTING THEORY

Usmanov Salaxdin Alikulovich

Jizzakh Branch of the National University of Uzbekistan, Candidate of Pedagogical Sciences, Professor

Arakulov Gayrat Tulkinovich

Jizzakh Branch of the National University of Uzbekistan

Hatamov Sirojiddin Melixo'zi o'g'li
Jizzakh Branch of the National University of Uzbekistan

Abstract

This article explores issues related to the design, analysis, and evaluation of tests, questionnaires, and similar measurement instruments, as well as the modeling of response prediction and its relationship with overall knowledge quality. The possibilities of applying modern testing theory models in assessing the target parameters of items and respondents are examined. Particular attention is given to the use of IRT models, including the Rasch model, for quantitative measurement and interpretation of parameters on the logit scale.

Keywords: IRT, measurement, respondent, model, method, Rasch model, logit, parameter, assessment.

Zamonaviy testlashtirish nazariyasi (inglizcha: *Item Response Theory (IRT)*) — bu turli xil qiyinlikdagi topshiriqlarga sinaluvchilar tomonidan to'g'ri javob berish ehtimolini baholashga imkon beradigan metodlar to'plami. U so'rovnomadagi yomon (axborotli bo'lmagan) savollardan xalos bo'lish, yashirin konstruktarning bir-biri bilan va kuzatilgan o'zgaruvchilar bilan munosabatlarini baholash, respondentlarga vazifalarni taqdim etishni optimallashtirish va boshqalar uchun ishlatiladi.

Psixometriyada, zamonaviy test nazariyasi (IRT) testlar, so'rovnomalar va shunga o'xshash o'lchov instrumentlarini loyihalash, tahlil qilish va baholash uchun paradigma hisoblanadi. Ushbu testlashtirish nazariyasi topshiriqqa javoblarning modeli bashorat qilinishi va bilimlarning umumiy sifati o'rtasida bog'liqlik mavjudligini taxmin qiladi. Topshiriqlar va respondentlarning maqsadli parametrlarini baholash uchun turli statistik modellar qo'llaniladi.

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari. IRT har bir respondentning har bir test topshirig'iga javob berish ehtimolini modellashtiradi. Zamonaviy testlashtirish nazariyasining modellari tasdiqlovchi omillarni tahlil qilish, aralash effektlarning umumlashtirilgan chiziqli modellari, statistik fizikadan tarmoq modellari (Markov maydonlari va Izing modeli) va ma'lumotlar fanining alohida metodlari (kollaborativ (birgalikda) filtrlashning modeli metodlari va cheklangan Bolsman mashinalari) bilan chambarchas bog'liq. Zamonaviy IRT modellari yangi axborot manbalarini modellashtirishga imkon beradi (masalan, javob vaqti, topshiriqlarni yechishga urinishlar); turli xil yashirin o'zgaruvchilar o'rtasidagi kompleks chiziqli bo'lmagan bog'liqliklar; reyterlar(test oluvchi yoki baholovchi) ta'sirini modellashtirish, ular ochiq javoblar uchun ball beradi (va reyterlarga nisbatan, qobiliyatlar yakuniy baholarining invariantligiga erishishga imkon beradi); kompozit va ko'p o'lchovli konstruktarni modellashtirish; vaqt bo'yicha yashirin o'zgaruvchi darajasidagi o'zgarishlarni modellashtirish; ranjirlash modelini tasniflagichga aylantiradigan, qobiliyatning diskretli baholaridan foydalanish va hokazo.

Tadqiqot metodologiyasi va metodlari. IRT modellarini ikki oilaga bo'lish mumkin: bir o'lchovli va ko'p o'lchovli. Bir o'lchovli modellar yagona θ o'lchov qiymatini (qobiliyatini) talab qiladi. Ko'p o'lchovli IRT modellarida topshiriqlarga javoblar respondentlarni tavsiflovchi bir nechta yashirin o'zgaruvchilarga bog'liq deb taxmin qilinadi.

IRT modellarini topshiriqdagi ballar soni bo'yicha ham tasniflash mumkin. Ko'pincha topshiriqlar dixotomik (mumkin bo'lgan ballar 0 (hamma narsa noto'g'ri) yoki 1 (hamma narsa to'g'ri)) bo'lishi mumkin. Modellarining yana bir sinfi, politomik topshiriqlar uchun qo'llaniladi, bu yerda har bir javob topshiriq bajarilishining qisman to'g'riligini aks ettiradi. Bunga umumiy misol sifatida topshiriqlar javobi berilgan (masalan, "0 dan 4 gacha") Likert shkalasini keltirish mumkin.

Funksiyalarning analitik topshirig'iga kirgan parametrlar soni, mantiqiy funksiyalar oilalarini sinflarga bo'lish uchun asos hisoblanadi. Logistika funksiyalari orasida quyidagilar ajratib ko'rsatiladi:

G. Rashning (Georg Rasch) bir parametrlil modelini

$$P_i(\theta) = \frac{e^{(\theta - b_i)}}{1 + e^{(\theta - b_i)}}, \quad (1)$$

bu yerda θ va b_i - mos holda respondentlarning va i -chi topshiriqning parametrlari.

Ba'zan eksponenta belgisi ostida 1,702 ko'phad, Rash modelining A.Ferguson modeli bilan mosligi uchun kiritiladi, bu yerda topshiriqqa to'g'ri javob berish ehtimoli me'yorli taqsimotning integrali bilan ifodalanadi (me'yorli taqsimot ehtimolligining kumulyativ (to'plangan) zichligi formulasi), bu logistik egri chiziqlar o'rniga standart me'yorli taqsimotning yaxshi o'rganilgan integral funksiyasidan foydalanish imkonini beradi.

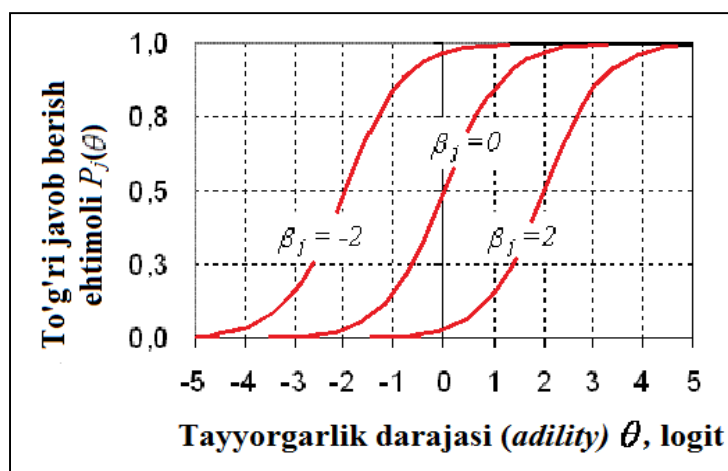
Rash modeli "1 Parametric Logistic Latent Trait Model" (1PL) deb, A.Fergusson modeli esa "1 Parametric Normal Ogive Model" (1PNO) deb ataladi. Rash modeli, respondent tomonidan topshiriqni yechish ehtimolligini, topshiriqning bitta parametri funksiyasi sifatida tavsiflaganligi sababli uni zamonaviy testlashtirish nazariyasining bir parametrlil modeli deb ataladi.

Ikki θ_j va b_i ikki to'plamning o'zaro ta'siri "birgalikdagi additivlik" (conjoint additivity) xususiyati bilan ma'lumotlarni shakllantiradi. Rash modelidan to'g'ri foydalanish respondentlar parametrlarining, topshiriqlar parametrlaridan to'liq mustaqilligiga erishishga imkon beradi. Rash modeli yordamida o'lchovlarning bu xususiyati o'ziga xos ob'ektivlik (specific objectivity) deb ataladi.

Bunda, inversiya (teskari tartib, standart holatning o'zgarishi) yuz berishi mumkin, ya'ni bu o'zgarishdan keyin V talaba A talabadan yaxshiroq natijaga ega bo'lishi mumkin. Bu yerda hech qanday xolislik va ballarning aniqligi haqida gapirishning hojati yo'qligi aniq.

Bunday ballning bittaga ko'payishi, ushbu birlik qancha miqdordagi ballarga qo'shilganiga bog'liq holda, sinalluvchining haqiqiy tayyorlik darajasiga turlicha hissa qo'shadi. Shuning uchun bunday ballar o'zaro almashinuvchan emas va tegishli shkala ham chiziqli emas, bu esa ob'yektiv o'lchovlar uchun qabul qilib bo'lmaydigan holat hisoblanadi. Kerakli linearizatsiya, birlamchi ballarda mavjud bo'lgan ma'lumotlarni shunday yangi birlikda ifoda qilishdan iboratki, bunda tegishli metrik shkalaning butun foydalaniladigan diapazonida o'zgarimas bo'lib qoladi. Bunday birlik sifatida "**logit**" qabul qilingan.

1-rasmda topshiriqlarning qiyinliklari -2, 0 va +2 logitlar bo'lgan uchta xarakterli egri chiziqlar (Item Characteristic Curve (ICC)) ko'rsatilgan (birinchisi eng oson, ikkinchisi o'rtacha, uchinchi eng qiyin).

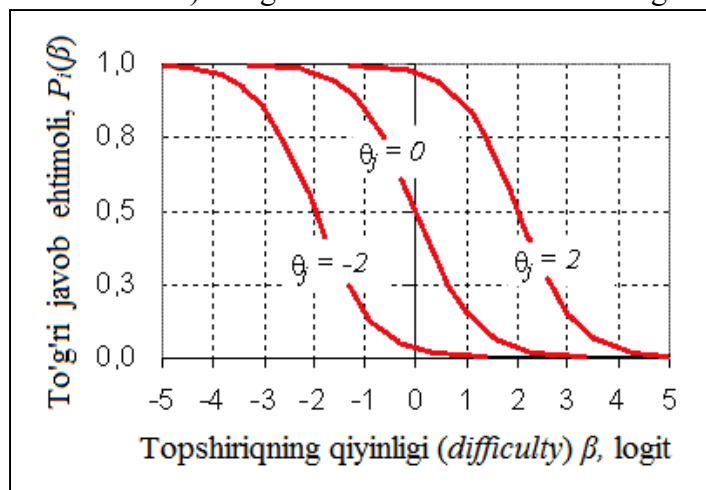


1-rasm. (1PL) modelida (ICC) topshiriqlarning xarakteristikali egri chiziqlari

Yuqoridagi bog'liqliklardan ko'rinib turibdiki, sinaluvchining tayyorgarlik darajasi θ qanchalik yuqori bo'lsa, ma'lum bir topshiriqda muvaffaqiyat qozonish ehtimoli shunchalik yuqori bo'ladi. Masalan, $\theta_j = 0$ bo'lgan sinaluvchi uchun birinchi topshiriqqa to'g'ri javob berish ehtimoli birga yaqin, ikkinchisi uchun 0,5, uchinchi uchun esa deyarli nolga teng.

Ta'kidlaymizki, $\theta_j = b$ nuqtalarda to'g'ri javob ehtimoli 0,5 ga teng. Ya'ni, agar topshiriqning qiyinligi sinaluvchining tayyorgarlik darajasiga teng bo'lsa, unda u bu topshiriqni teng ehtimollik bilan uddalashi yoki uddalay olmasligi mumkin bo'ladi.

2-rasmda sinaluvchilarning uchta xarakteristikali egri chiziqlari ko'rsatilgan – "Person Characteristic Curve" (PCC). Tayyorgarlik darajasi -2 logit (eng zaif), 0 logit (o'rtacha) va +2 logit (kuchli sinaluvchi) bo'lgan uchta sinaluvchilar uchun grafiklar keltirilgan.



2-rasm. (1PL) modelida (PCC) topshiriqlarning xarakterli egri chiziqlari

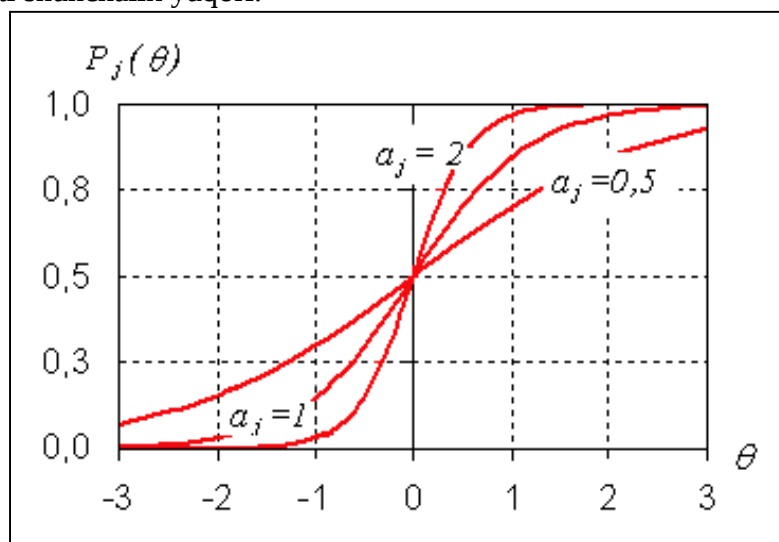
Yuqoridagi bog'liqlikdan ko'rinib turibdiki, tayyorgarlik darajasi qanchalik yuqori bo'lsa, topshiriqqa to'g'ri javob berish ehtimoli shunchalik yuqori bo'ladi. Masalan, qiyinligi $b = 0$ bo'lgan topshiriqni, birinchi sinaluvchi ($q = -2$) deyarli bajara olmaydi, ikkinchi sinaluvchi ($q = 0$) vazifani 0,5 ga teng bajarish ehtimoli bor, uchinchi sinaluvchi ($q = +2$) vazifani osongina yechadi, chunki u uchun muvaffaqiyat qozonish ehtimoli deyarli birga teng.

A. Birnbaumning ikki parametrlil modeli:

$$P_i(\theta) = \frac{e^{a_i(\theta-b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta-b_i)}}, \quad (2)$$

Agar testda turli xil differensiallanish qobiliyatiga ega topshiriqlar (a_i) bo'lsa, unda bir parametrlil 1PL model bunday ma'lumotlarni tavsiflay olmaydi. Ushbu muammoni yechish uchun A. Birnbaum yana bitta parametrlni - (item discrimination parameter), diskriminativlik parametrlni kiritdi.

a_i parametrl, i -chi topshiriqlning xarakteristikali egri chizig'i qiyaligini (tikligini) aniqlaydi. Xarakterli egri chiziqlarga misollar 3-rasmda ko'rsatilgan. Ko'rinib turibdiki, a qanchalik katta bo'lsa, egri chiziq shunchalik darajada tik va topshiriqlning differensiallanish qobiliyati shunchalik yuqori.



3-rasm. Ikki parametrlil 2PL modelidagi ICC

Birnbaumning ikki parametrl modeli, parametrl a_i (topshiriqlning differensiallanish qobiliyati) o'rniga parametrl a_j - respondentlar bilimlarining tuzilmalanganligi o'lchovini kiritish bilan qarab chiqilishi mumkin. a_j parametrl, j -chi respondentining xarakteristikali egri chizig'i qiyaligini (tikligini) va b - respondentning parametrlni aniqlaydi. Ushbu modelda to'g'ri javobning ehtimoli

$$P_i(\theta) = \frac{e^{a_j(\theta_j-b)}}{1 + e^{a_j(\theta_j-b)}}, \quad (3)$$

Shuningdek, Rush modellarida va Birnbaumning ikki parametrlil modellarining ikkala variantida ham topshiriqlar va respondentlarning to'liq tengligidan kelib chiqqan holda, topshiriqlarning bir vaqtning o'zida differensiallanish qobiliyati a_i ni hamda a_j - respondentlar bilimlarining tuzilmalanganligi o'lchovini hisobga olgan holda Birnbaumning ikki parametrlil modelining ikkala variantini ham bittaga qisqartirish taklif qilindi. Ushbu modelda to'g'ri javobning ehtimoli quyidagini tashkil qiladi

$$P_{ij}(\theta_j, b_i) = \frac{e^{\frac{a_i a_j}{\sqrt{a_i^2 + a_j^2}}(\theta_j - b_i)}}{1 + e^{\frac{a_i a_j}{\sqrt{a_i^2 + a_j^2}}(\theta_j - b_i)}}, \quad (4)$$

Ikki parametrlı Birnbaum modelining umumlashgan variantida topshiriqning differensiallanish qobiliyati yoki respondentning tuzilmalanish o'lchovi o'rniga $\frac{a_i a_j}{\sqrt{a_i^2 + a_j^2}}$

xarakteristika qo'yiladi, qaysiki u a_i va a_j larning alohida qiymatlarining har biridan har doim kichik.

Ushbu model faqat ko'p sonli topshiriqlar va respondentlar uchun qo'llaniladi, chunki topshiriqlar va respondentlarning parametrlarini va haqiqatga o'xshashlik funksiyasining mumkin bo'lgan multimodalligini birgalikda baholashda noto'g'ri yechim topish ehtimoli

ortadi, bu baholanadigan parametrlar sonining ko'payishi bilan bog'liq. Modelga a_i va a_j parametrlarining kiritilishi topshiriqlar va respondentlar parametrlarining xolis qiymatlarini baholashga, shuningdek topshiriqlarni differensiallanish qobiliyatiga qarab saralashga imkon

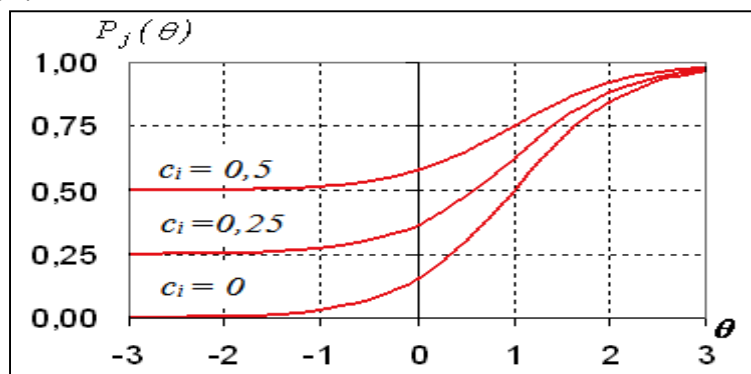
beradi. Parametr a_j , respondentlarni saralash uchun qo'shimcha ma'lumot beradi, chunki bu ularning bilimlari tuzilmasini tavsiflaydi.

A. Birnbaumning uch parametrlı modeli:

$$P_i(\theta) = c_i + (1 - c_i) \frac{e^{a_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta - b_i)}}, \quad (5)$$

bu yerda c_i - topshiriqning uchinchi parametri hisoblanadi va i -chi topshiriqqa to'g'ri javob berish ehtimolini tavsiflaydi.

Empirik ma'lumotlarni yaxshiroq moslashtirish uchun A. Birnbaum uchinchi parametrlı, ya'ni c_i - aniqlovchi (taxminan) parametrlı kiritdi. 4-rasmda qiyinligi $b_i = 1$, diskriminativlik parametri $a_i = 1$, va aniqlovchi (taxminan) parametrlari turlicha $c_i = 0$, $c_i = 0,25$, $c_i = 0,5$ bo'lgan uchta topshiriqlar uchun xarakteristikali egri chiziqlarga misollar keltirilgan.



4-rasm. Uch parametrlı 3PL modelidagi ICC

Keltirilgan grafiklardan ko‘rinib turibdiki, aniqlovchi (taxminan) parametrining mavjudligi ICC ning C_i dan 1 gacha proporsional ravishda siqilishiga olib keladi.

A. Birnbaumning to‘rt parametrli modeli:

$$P_i(\theta) = c_i + (d_i - c_i) \frac{e^{a_i(\theta - b_i)}}{1 + e^{a_i(\theta - b_i)}}, \quad (6)$$

bu yerda d_i - topshiriqning to‘rtinchi parametri hisoblanadi va i -chi topshiriqga javob berishda xato qilish ehtimolini tavsiflaydi. Ushbu modelda xarakteristikali egri chiziq xuddi

3PL modeli kabi sifiladi, biroq C_i dan 1 gacha emas, balki C_i dan toki d_i gacha siqiladi.

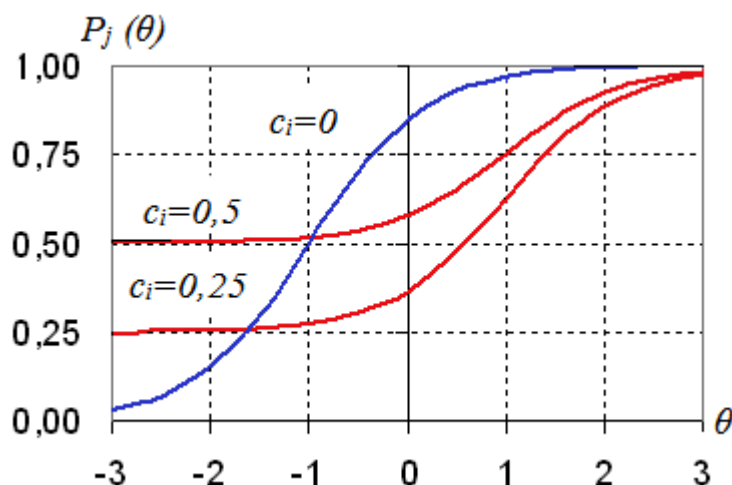
Shunday qilib, 2PL modeli turli xil diskriminativlik parametrlariga ega bo‘lgan topshiriqlar uchun 1PL modelini umumlashtiruvchi hisoblanadi, 3PL modeli esa turli xil taxminiy aniqlovchi parametrlariga ega bo‘lgan topshiriqlar uchun 2PL modelini umumlashtiruvchi hisoblanadi va bunda, u shu bilan birgalikda 4PL modelining xususiy holati hisoblanadi.

Muhokama. Rash modellari oilasining o‘ziga xos xususiyati (shu jumladan politomik modellar), topshiriqlarning xarakteristikali egri chiziqlarining parallelligi (ular kesishmaydi) hisoblanadi (2-rasmga qarang). Bu shuni anglatadiki, osonroq topshiriqni yechish ehtimoli har doim qiyinroq topshiriqni yechish ehtimolidan past bo‘ladi, bu esa qobiliyatning butun davomiyligi bo‘yicha topshiriqlar ierarxiyasini quradi va uni sifatli interpretatsiya (talqin) qilishga imkon beradi.

Ikki va uch parametrli modellar uchun butunlay boshqacha holat kuzatiladi. Bu 3-rasmda bu aniq ko‘rsatilgan. θ ning musbat qiymatlari sohasida $a_i = 0,5$ bo‘lgan topshiriq, taqdim etilgan uchta topshiriqlarning eng qiyinidir, ya’ni bu topshiriqga to‘g‘ri javob berish ehtimoli eng past hisoblanadi.

q ning manfiy qiymatlari sohasida aynan ushbu topshiriq endi eng oson va unga to‘g‘ri javob berish ehtimoli eng katta. Bundan chiqadiki, bilimi puxta bo‘lmagan talabalar uchun bu eng oson topshiriq, bilimi kuchli talabalar uchun esa eng qiyin topshiriq. Shunday qilib, Rush modellaridan farqli o‘laroq, 2PL dagi topshiriqlar ierarxiyasi, qobiliyatning butun uzluksizligi bo‘yicha emas, balki xarakteristikali egri chiziqlarning (har qanday) bir kesishmasidan boshqasigacha tizilgan (saflangan) bo‘ladi, shundan so‘ng yangi topshiriqlar ierarxiyasi boshlanadi, bu esa ushbu ierarxiyalar tahlilini barcha amaliy mulohazalardan mahrum qiladi.

Shunga o‘xshash manzara uch parametrli model uchun ham kuzatiladi. 4-rasmda kesishmaydigan xarakteristikali egri chiziqlarning kamdan-kam holati ko‘rsatilgan, chunki ular uchun bir xil parametrlar $b_i = 1$ va $a_i = 1$ tanlangan, ya’ni uchta topshiriq ham bir xil qiyinlikka va bir xil diskriminativlik parametriga ega. 5-rasmda $C_i = 0$ parametrli topshiriqning qiyinligi $b_i = -1$ ga o‘zgartirilgan va bu darhol xarakteristikali egri chiziqlarning kesishishiga sabab bo‘ldi.



5-rasm. Uch parametrlı modeldagi kesishuvchi ICC

$\theta < -2$ sohadagi $c_i = 0$ boʻlgan topshiriq eng qiyin hisoblanadi. $-1,5 < \theta < -1$ sohasida ushbu topshiriq, $c_i = 0,25$ boʻlgan topshiriqdan osonroq va $c_i = 0,5$ boʻlgan topshiriqdan esa qiyinroq. $\theta > -1$ sohada $c_i = 0$ boʻlgan topshiriq eng oson hisoblanadi. ICC ning bunday koʻrinishdagi kesishuvlari amaliyotda 2PL va 3PL modellarida doimiy ravishda yuz beradi.

Biroq, faqat xarakteristikali egri chiziqlarning parallelligi oʻziga xos obʻektivlik xususiyatiga olib kelishi mumkin, yaʼni faqat Rash modellari respondentlar va topshiriqlarning parametrlari bir-biridan mustaqil boʻlishini taʼminlash imkoniga ega. Shunga qaramasdan bu, psixometrikaning oʻziga xos masalalarini 2PL va undan avvalgi modellarda yechish mumkin emas degani emas.

Xulosa. Zamonaviy testlashtirish nazariyasida maqsadli parametrlarini baholash modellari boʻyicha asosiy xulosalar.

1. Respondentlar va topshiriqlarning yashirin parametrlari mavjud (qaysiki, ular toʻgʻridan-toʻgʻri kuzatish imkoni mavjud emas). Masalan, intellektual testlashtirishda - bu sinaluvchining intellektual darajasi va topshiriqning qiyinlik darajasi (Rash modellarida).

2. Shunday indikatorlar mavjudki, ularning yuzaga kelish ehtimolligi yashirin parametrlar bilan aniqlanadi. Biroq, parametrlardan farqli oʻlaroq, indikatorlarni kuzatish imkoni mavjud. Indikatorlarning qiymatlari boʻyicha yashirin parametrlarning qiymatlari haqida fikr yuritish mumkin.

3. Topshiriqlar respondentlarning parametrlarida lokal jihatdan mustaqil boʻlishi kerak. Bu shuni anglatadiki, respondentlarning parametrlarini nazorat qilishda topshiriqlar javoblari oʻrtasida kovariatsiyalar mavjud emas degani. Boshqacha qilib aytganda, agar belgilangan darajadagi qobiliyatga ega boʻlgan barcha respondentlarni saralab olinsa (masalan, 1 logitga teng boʻlsa va buni qobiliyatning har bir mumkin boʻlgan qiymati uchun qilinsa), unda ularning topshiriqlarga javoblari mutlaqo tasodifiy ekanligini bildiradi.

Ushbu holatda, topshiriqlarni bogʻlaydigan barcha maʼlumotlar - bu respondentlarning qobiliyat darajasi boʻlib, u model orqali aniqlanadi va qoldiqlar oʻrtasida kovariatsiya yoʻq (topshiriqlarning lokal darajada respondentlarning parametrlariga bogʻliqligi).

Ushbu taʼrif topshiriqlarning lokal bogʻliqligini bartaraf etish metodlarining umumiylikni taʼminlaydi (testning bir oʻlchamli emasligini), chunki modelga respondentlar va testletlarning (lokal bogʻliqlikni namoyish qiluvchi topshiriqlar guruhi) oʻzaro taʼsirini aks

ettiruvchi, respondentlarning qo'shimcha parametrlarini kiritish imkonini beradi (modelni bifaktor yoki testlet modeliga aylantiradi).

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Turapbayevich I. A., Karimovich G. S., Usmanov S. Algorithm of Generating One-Time Passwords for Two-Factor Authentication of Users //World Conference Intelligent System for Industrial Automation. – Cham : Springer Nature Switzerland, 2022. – C. 132-139.
2. Usmanov S. U., Murotmusaev K. B., Ravshanov O. A. Psychological and pedagogical analysis of tutorial activity in educational structures //International Journal of Mechanical Engineering. – 2022. – C. 1808-1815.
3. Usmanov S., Abdurakhmanov Z. Virtual modelling as a didactic tool in the professional training of future engineers //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2024. – T. 3244. – №. 1. – C. 030068.
4. Usmanov S. A., Qarshiboyev S. A., Hatamov S. M. A Combinatorial Approach to Determining the Place of Psychology in The Classification of Sciences //American Journal Of Social Sciences And Humanity Research. – 2025. – T. 5. – №. 05. – C. 316-320.
5. O'g'li A. Z. B. Bo'lajak muhandislarni kasbiy tayyorlashda virtual modellashtirish didaktik vosita sifatida //Kasb-hunar ta'limi Мундарижа. – с. 120.
6. Norbekova, B., Komilova, A., Arakulov, G., & Adilova, M. (2024, June). Formation of Network Attack Detection System Architecture. In International Conference on Inventive Communication and Computational Technologies (pp. 431-440). Singapore: Springer Nature Singapore.