TALABALARDA MATEMATIK MASALALARNI YECHISH KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISHNING PEDAGOGIK MEXANIZMLARINI TAKOMILLASHTIRISH

Yigitaliyeva Muazzas Mo'sajon qizi
Rahimov school maktabi matematika fani o'qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu tezisda oliy ta'lim talabalarida matematik masalalarni yechish kompetensiyasini rivojlantirishning pedagogik mexanizmlari tahlil qilinadi. Muammoli topshiriqlar, metakognitiv nazorat, hamkorlikdagi matematik diskurs, bosqichma-bosqich yordamni kamaytirish, formatif baholash va refleksiya yagona metodik tizim sifatida asoslanadi. Xalqaro tadqiqotlar sintezi asosida kompetensiyaning tarkibiy qismlari, o'qituvchining pedagogik ta'sir mexanizmlari va amaliy baholash mezonlari taklif etiladi.

Kalit so'zlar: matematik kompetensiya, masala yechish, strategik kompetensiya, metakognitsiya, produktiv qiyinchilik, formatif baholash, refleksiya, oliy ta'lim.

KIRISH

Raqamli iqtisodiyot va ilm-fan rivojlanayotgan sharoitda oliy ta'lim bitiruvchisidan tayyor formulalarni eslab qolishdan ko'ra murakkab vaziyatni tahlil qilish, muammoni matematik modelga aylantirish, bir nechta strategiya orasidan maqbulini tanlash va olingan natijani asoslab bera olish talab etiladi. Shu sababli matematik masala yechish kompetensiyasi faqat hisoblash ko'nikmasi emas, balki konseptual bilim, protseduraviy ravonlik, strategik tanlov, mantiqiy asoslash va refleksiyani birlashtiradigan integrativ sifat sifatida qaralishi lozim. National Research Council tomonidan taklif etilgan matematik salohiyat modelida ham strategik kompetensiya muammoni shakllantirish, ifodalash va yechish qobiliyati sifatida talqin qilinib, u konseptual tushunish, protseduraviy ravonlik, adaptiv reasoning va produktiv dispozitsiya bilan o'zaro bog'liq ekani ta'kidlanadi (1).

Masala yechishga doir klassik metodik yondashuv Pólya tomonidan "muammoni tushunish – reja tuzish – rejani amalga oshirish – yechimni tekshirish" ketma-ketligida ifodalangan (2). Keyingi tadqiqotlar bu jarayonni yanada murakkablashtirib, kuchli masala yechuvchilar nafaqat matematik resurslarga, balki heuristik usullar, o'z faoliyatini nazorat qilish va matematikaga oid ishonchlar tizimiga ham tayanishini ko'rsatdi (3). Demak, oliy ta'limda masala yechishni rivojlantirish uchun faqat ko'p sonli mashqlar berish yetarli emas; talaba qanday fikrlayotgani, strategiyani nima uchun tanlagani va xatodan qanday xulosa chiqargani ham pedagogik boshqaruv obyekti bo'lishi kerak.

Muammoning dolzarbligi shundaki, an'anaviy "namuna ko'rsatish – o'xshash mashq ishlash" modeli ko'pincha yaqin transferni ta'minlasa-da, yangi kontekstga ko'chirishda yetarli bo'lmasligi mumkin. Kognitiv yuk nazariyasi yechilayotgan vazifaning murakkabligi bilan o'quvchining ishchi xotirasi imkoniyatlari muvozanatini saqlash zarurligini ko'rsatadi; ayniqsa boshlang'ich bosqichda worked examples va bosqichli ko'rsatmalar, tajriba ortgani sari esa yordamni kamaytirish samarali hisoblanadi (4,5). Shunday ekan, pedagogik mexanizm bir vaqtning o'zida mustaqillikni kuchaytirishi va ortiqcha kognitiv yukni cheklashi kerak.

Ushbu tezisning maqsadi – oliy ta'lim talabalarida matematik masalalarni yechish kompetensiyasini rivojlantirishga xizmat qiladigan pedagogik mexanizmlarni nazariy jihatdan asoslash va ularni amaliy ta'lim jarayoniga integratsiya qiluvchi metodik modelni taklif etishdir. Vazifalar sifatida kompetensiyaning tarkibini aniqlashtirish, samarali mexanizmlarni xalqaro adabiyotlar asosida

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

tizimlashtirish, o‘quv mashg‘ulotini tashkil etish bosqichlarini belgilash hamda baholash mezonlarini ishlab chiqish nazarda tutiladi.

ASOSIY QISM

1. Matematik masala yechish kompetensiyasining tuzilishi

Matematik masala yechish kompetensiyasi ko‘p komponentli konstrukt bo‘lib, uning markazida strategik kompetensiya turadi. Strategik kompetensiya talabaning muammoni matematik tilga o‘tkazishi, muhim va ikkilamchi axborotni ajratishi, mos tasvir yoki modelni qurishi hamda yechim strategiyasini tanlashini qamrab oladi. Biroq strategiya mustahkam konseptual baza va yetarli protseduraviy ravonliksiz samarali ishlamaydi. Shu sababli matematik ta’limda “to‘g‘ri javob”ni yakuniy mezon sifatida emas, balki yechim jarayonining bir natijasi sifatida ko‘rish maqsadga muvofiq (1,3).

Schoenfeld masala yechishdagi muvaffaqiyatni matematik bilim resurslari, heuristikalar, monitoring-nazorat va e’tiqodlar tizimi bilan bog‘laydi (3). Bu model oliy ta’lim pedagogikasiga muhim xulosa beradi: o‘qituvchi talabaning javobini tekshirish bilan cheklanmasdan, uning qaror nuqtalarini ham kuzatishi zarur. Masalan, talaba nega aynan shu teoremani qo‘lladi, qaysi alternativ usullarni ko‘rib chiqdi, yechimning mantiqiy izchilligini qanday tekshirdi, xatoni qanday aniqladi kabi savollar metakognitiv nazoratni faollashtiradi.

O‘z-o‘zini boshqarib o‘rganish nazariyasida maqsad qo‘yish, strategiyani tanlash, bajarishni kuzatish va refleksiya yagona sikl sifatida ko‘riladi (6). Matematik masala yechishda ham ushbu siklni tashkiliy jihatdan ko‘rinadigan qilish talabaga “nima bilaman?”, “qaysi usul mos?”, “qayerda xato qildim?” va “bu usulni boshqa vaziyatda qachon qo‘llay olaman?” kabi savollarni odatga aylantirish imkonini beradi.

2. Pedagogik mexanizmlar tizimi

Birinchi mexanizm – muammoli va kognitiv jihatdan mazmunli topshiriqlarni tanlashdir. Bunday topshiriq birgina algoritm bilan cheklanmasligi, turli kirish nuqtalari va bir nechta asoslash usullariga ega bo‘lishi maqsadga muvofiq. Productive failure yondashuvida talabaga yangi konsepsiya to‘liq tushuntirilishidan oldin murakkab masalani mustaqil yoki guruhda yechishga urinish imkoniyati beriladi. Dastlabki urinishlarda to‘liq yechimga erishilmasligi mumkin, biroq keyingi tushuntirish vaqtida talaba muammo strukturasini chuqurroq anglaydi; Kapur tadqiqotlari ushbu tartib konseptual tushunish va yangi vaziyatga transferni qo‘llab-quvvatlashi mumkinligini ko‘rsatgan (7,8).

Ikkinchi mexanizm – yo‘naltiruvchi yordamni differensial taqdim etish. Yangi mavzuda to‘liq yechilgan misollar, yarim tayyor yechimlar va savol-shablonlar kognitiv yukni boshqaradi; tajriba ortishi bilan yordam asta-sekin kamaytirilib, talaba mustaqil strategiya tanlashga o‘tadi (4,5). Bu “scaffolding – fading” mantig‘i haddan tashqari yordam bilan haddan tashqari erkinlik o‘rtasidagi muvozanatni saqlashga imkon beradi.

Uchinchi mexanizm – hamkorlikdagi matematik diskurs. Talabalarning yechimlarini taqqoslash, bir-birining dalillarini tahlil qilish, xatoni izohlash va boshqa usulni taklif etish orqali yechim ichki fikrlashdan tashqi muloqotga ko‘chadi. Faol ta’lim bo‘yicha yirik meta-tahlilda bakalavriat STEM kurslarida faol o‘qitish an’anaviy ma’ruzaga nisbatan imtihon natijalarini o‘rtacha 0,47 standart og‘ishga oshirgani va muvaffaqiyatsizlik xavfini kamaytirgani ko‘rsatilgan; bu natija matematika darslarida ham faol muhokama va muammoga asoslangan formatlarning salohiyatini qo‘llab-quvvatlaydi (9).

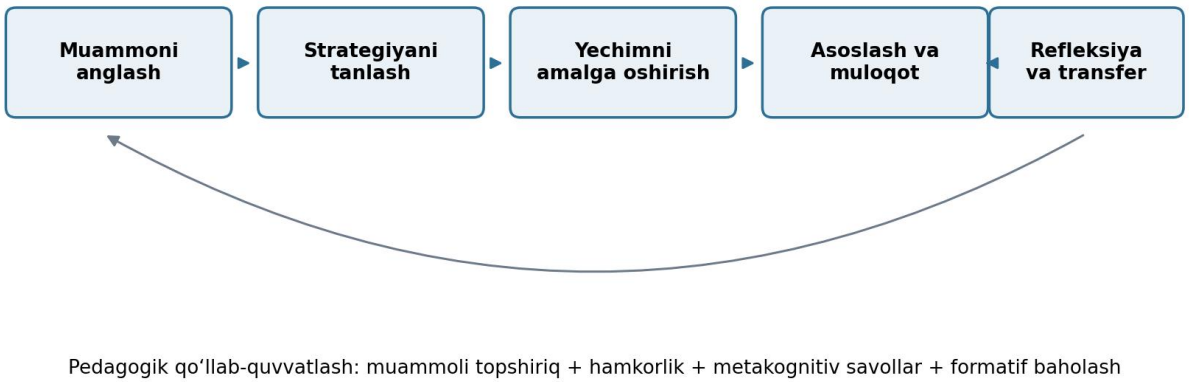
To‘rtinchi mexanizm – metakognitiv refleksiya va formatif baholash. Har bir murakkab masaladan so‘ng talabaga “qaysi bosqichda qaror qabul qildim?”, “qaysi dalil eng kuchli bo‘ldi?”, “xatoni oldindan qanday sezish mumkin edi?” kabi savollar berilishi mumkin. Hattie va Donoghue o‘quv strategiyalarini

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

surface, deep va transfer bosqichlari bilan bog‘lab, strategiyalarni vazifaning ta’lim bosqichiga mos tanlash zarurligini ta’kidlaydi (10). Shunday qilib, baholash faqat natijani qayd etuvchi vosita emas, balki keyingi strategiyani shakllantiruvchi pedagogik mexanizmga aylanadi.

1-jadval. Matematik masala yechish kompetensiyasini rivojlantiruvchi pedagogik mexanizmlar

Mexanizm	Pedagogik mazmun	Talaba faoliyati	Kutiladigan natija
Muammoli topshiriq	Bir nechta strategiyani talab qiluvchi, real yoki matematik kontekstli vazifa	Muammoni tahlil qiladi, model quradi, taxmin ilgari suradi	Strategik kompetensiya va transfer
Scaffolding va fading	Boshlang‘ich yordamni berish va bosqichma-bosqich kamaytirish	Namuna bilan ishlaydi, keyin mustaqil yechimga o‘tadi	Kognitiv yukni boshqarish, mustaqillik
Matematik diskurs	Yechimlarni taqqoslash, argument va qarshi argument	Yechimini izohlaydi, boshqalarning dalilini baholaydi	Mantiqiy asoslash va kommunikatsiya
Metakognitiv savollar	Rejalashtirish, monitoring va refleksiya savollari	Strategiyani tanlaydi, jarayonni tekshiradi	O‘z-o‘zini boshqarish
Formatif baholash	Jarayonga yo‘naltirilgan rubrika va tezkor feedback	Xatoni aniqlaydi, keyingi qadamni rejalashtiradi	Barqaror rivojlanish va transfer



1-rasm. Matematik masala yechishni rivojlantirishning pedagogik sikli

3. Mashg‘ulotni tashkil etishning taklif etilayotgan modeli

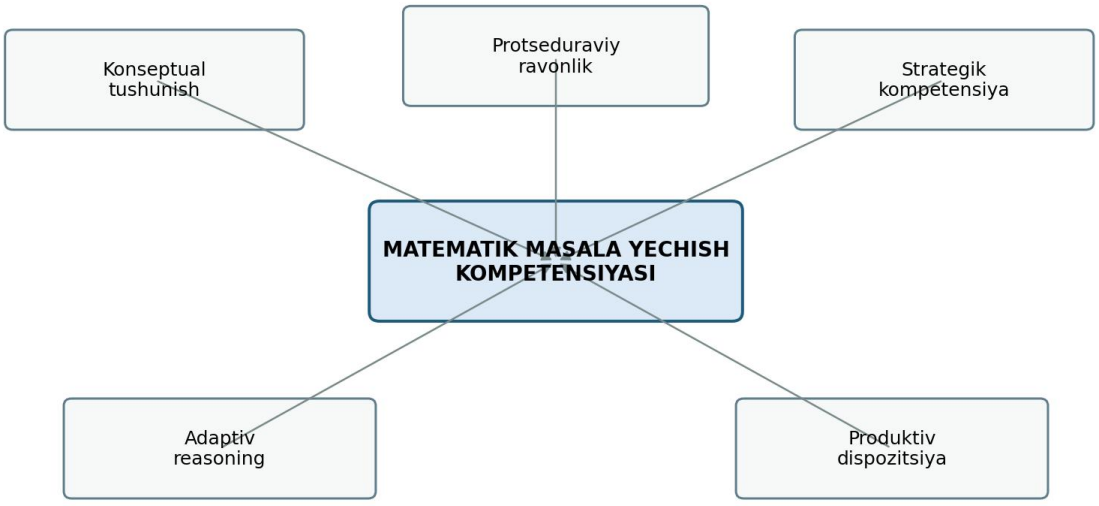
Taklif etilayotgan modelda mashg‘ulot besh o‘zaro bog‘langan bosqichda quriladi. Birinchi bosqichda talaba muammoning shartini semantik va matematik jihatdan tahlil qiladi: ma’lum va noma’lum kattaliklarni ajratadi, cheklovlarni belgilaydi, kerak bo‘lsa chizma yoki jadval tuzadi. Ikkinchi bosqichda kamida ikki yechim strategiyasi ko‘rib chiqilib, tanlangan strategiya dalillanadi. Uchinchi

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

bosqichda yechim bajariladi, oraliq natijalar tekshiriladi va zarur bo‘lsa strategiya almashtiriladi. To‘rtinchi bosqichda yechim yozma yoki og‘zaki asoslanadi, muqobil usullar bilan taqqoslanadi. Beshinchi bosqichda refleksiya va transfer amalga oshirilib, talaba shu usulni qaysi turdagi yangi vaziyatlarda qo‘llash mumkinligini belgilaydi (2,3,6).

O‘qituvchining vazifasi har bir bosqichda to‘g‘ridan-to‘g‘ri javob berish emas, balki fikrlashni harakatga keltiruvchi savollar bilan ta’minlashdir. Masalan: “Qaysi ma’lumot ortiqcha bo‘lishi mumkin?”, “Agar parametr o‘zgarsa, strategiya o‘zgaradimi?”, “Yechimning qaysi qismi umumlashtiriladi?”, “Natijaning mantiqiy chegaralari qanday?” kabi savollar talabaning qaror sifatini oshiradi. Shu bilan birga, boshlang‘ich darajadagi talabalar uchun tayanch ko‘rsatmalar ko‘proq, yuqori tayyorgarlikdagi talabalar uchun esa ochiq muammolar ulushi ko‘proq bo‘lishi kerak (4,5).

Mazkur modelni seminar, amaliy mashg‘ulot, loyiha va mustaqil ta’lim shakllariga moslashtirish mumkin. Masalan, haftalik amaliy mashg‘ulotning birinchi qismida qisqa diagnostik masala, ikkinchi qismida guruhli murakkab vazifa, uchinchi qismida esa individual transfer topshirig‘i beriladi. Talabaning yechim daftarida faqat formula va javob emas, “reja – asos – tekshiruv – refleksiya” bloklari bo‘lishi maqsadga muvofiq. Bu yondashuv matematik faoliyatni ko‘rinadigan va baholanadigan jarayonga aylantiradi.



2-rasm. Matematik masala yechish kompetensiyasining integrativ tarkibi

4. Baholash mezonlari va amaliy indikatorlar

Kompetensiyani baholashda faqat yakuniy javobni tekshirish yetarli emas. Jarayonli rubrika muammoni tushunish, matematik model qurish, strategiya tanlash, bajarish aniqligi, mantiqiy asoslash va refleksiya kabi komponentlarni alohida qayd etishi kerak. Bu yondashuv talabaning qaysi bosqichda qiyinchilikka duch kelayotganini aniqlash va individual feedback berish imkonini yaratadi. Shuningdek, bir xil algoritmni takrorlashga asoslangan testlardan tashqari, yangi kontekstga transferni tekshiruvchi ochiq topshiriqlar ham qo‘llanishi zarur (1,3,10).

Formatif baholashda uch darajali indikatorlardan foydalanish mumkin: reproduktiv daraja – tanish usulni to‘g‘ri qo‘llash; produktiv daraja – bir nechta strategiya orasidan asosli tanlash; transfer darajasi –

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

yangi vaziyatga mos model yaratish va yechimni umumlashtirish. Mazkur darajalar o‘qituvchi uchun darsni differensial rejalashtirish, talaba uchun esa o‘z rivojlanish trayektoriyasini tushunishga xizmat qiladi.

2-jadval. Kompetensiyani baholash uchun tavsiya etiladigan mezonlar

Mezon	Kuzatiladigan indikator	Ball
Muammoni anglash	Shartni qayta ifodalaydi, muhim ma'lumot va cheklovlarni ajratadi	0–2
Model va tasvir	Chizma, formula, jadval yoki matematik modelni asosli tanlaydi	0–2
Strategiya tanlash	Kamida bitta mos strategiyani tanlaydi va sababini izohlaydi	0–2
Yechim va nazorat	Amallarni izchil bajaradi, oraliq natijalarni tekshiradi	0–2
Asoslash va refleksiya	Natijani dalillaydi, xatoni tahlil qiladi, transfer imkonini ko‘rsatadi	0–2

XULOSA

Talabalarda matematik masalalarni yechish kompetensiyasini rivojlantirish alohida usul yoki ko‘p mashq bajarish bilan chegaralanmaydi. U konseptual tushunish, protseduraviy ravonlik, strategik kompetensiya, adaptiv reasoning va produktiv dispozitsiyani integratsiyalovchi pedagogik tizimni talab qiladi. Xalqaro adabiyotlar tahlili muammoli topshiriqlar, productive failure, scaffolding-fading, faol matematik diskurs, metakognitiv monitoring va formatif baholashni o‘zaro bog‘langan mexanizmlar sifatida ko‘rish zarurligini ko‘rsatadi (1,4,7,9).

Taklif etilgan besh bosqichli model – muammoni anglash, strategiyani tanlash, yechimni amalga oshirish, asoslash va refleksiya-transfer – talabaning matematik faoliyatini jarayon sifatida boshqarishga imkon beradi. Mazkur modelning afzalligi shundaki, u bir vaqtning o‘zida mustaqil fikrlashni rag‘batlantiradi, ortiqcha kognitiv yukni cheklaydi va o‘qituvchiga rivojlanishning aniq indikatorlarini beradi. Oliy ta'lim amaliyotida ushbu mexanizmlarni amaliy mashg‘ulot, seminar va mustaqil ta'lim topshiriqlariga tizimli joriy etish matematik bilimning reproduktiv qo‘llanilishidan strategik va transfer darajasiga o‘tishni qo‘llab-quvvatlashi mumkin.

Kelgusida model samaradorligini nazorat va tajriba guruhlari ishtirokidagi pedagogik tajriba-sinov orqali tekshirish, kompetensiyaning komponentlari bo‘yicha validatsiyalangan rubrika yaratish hamda raqamli ta'lim muhitida adaptiv topshiriqlar bilan integratsiya qilish maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. National Research Council. (2001). Adding It Up: Helping Children Learn Mathematics. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9822

2. Pólya, G. (1945). How to Solve It: A New Aspect of Mathematical Method. Princeton, NJ: Princeton University Press.

3. Schoenfeld, A. H. (1985). Mathematical Problem Solving. Orlando, FL: Academic Press. https://doi.org/10.1016/C2013-0-05012-8

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.

4. Sweller, J., Ayres, P., & Kalyuga, S. (2011). Cognitive Load Theory. New York, NY: Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-8126-4
5. Kalyuga, S., Renkl, A., & Paas, F. (2010). Facilitating flexible problem solving: A cognitive load perspective. Educational Psychology Review, 22, 175–186. https://doi.org/10.1007/s10648-010-9132-9
6. Zimmerman, B. J. (2002). Becoming a self-regulated learner: An overview. Theory Into Practice, 41(2), 64–70. https://doi.org/10.1207/S15430421TIP4102_2
7. Kapur, M. (2008). Productive failure. Cognition and Instruction, 26(3), 379–424. https://doi.org/10.1080/07370000802212669
8. Kapur, M. (2014). Productive failure in learning math. Cognitive Science, 38(5), 1008–1022. https://doi.org/10.1111/cogs.12107
9. Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. Proceedings of the National Academy of Sciences, 111(23), 8410–8415. https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111
10. Hattie, J. A. C., & Donoghue, G. M. (2016). Learning strategies: A synthesis and conceptual model. npj Science of Learning, 1, 16013. https://doi.org/10.1038/npjscilearn.2016.13

© Ushbu material Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) litsenziyasi asosida tarqatiladi.