

PAPER

JARIMA NUQTASIDAN YUQORI 9-LIKKA YO‘NALTIRILGAN TO‘PNING HARAKATI

O‘rolov O‘.A. ^{1, *}, Abloqulov Sh.Z. ¹, Choriyev M. ³ and Umirov Sh.B. ⁴

¹Toshkent kimyo texnologiya instituti Oliy matematika kafedrası tayanch doktoranti and ²Toshkent kimyo texnologiya instituti Oliy matematika kafedrası PhD katta o‘qituvchisi and ³Toshkent kimyo texnologiya instituti Oliy matematika kafedrası katta o‘qituvchisi and ⁴Toshkent kimyo texnologiya instituti Oliy matematika kafedrası assistent o‘qituvchisi

* legolaso8101993@gmail.com, Sherzodb178@gmail.com, choriyevm56@gmail.com, shohruxumirov22@gmail.com

Abstract

Ushbu ilmiy maqolada futbol o‘yinida jarima nuqtasidan to‘pni darvozaga yo‘naltirish jarayonidagi fizikaviy omillar o‘rganilgan. Maxsus e‘tibor to‘pning havo qarshiligi, yerning tortishish kuchi va devor balandligi kabi faktorlarning to‘pning yo‘nalishi va tezligiga ta‘siriga qaratilgan.

Bunda, to‘pning masofasi 20, 22, 24, 26, 28 metr bo‘lib, zarbaning burchagi va tezligi aniqlangan. Havo qarshiligi va tortishish kuchi hisobga olingan holda, to‘pning parabolik harakati differensial tenglamalar yordamida model qilindi. Natijada, to‘pning jarima nuqtasidan darvozaga yo‘naltirilishi uchun kerakli zarba tezligi va burchaklari aniqlandi.

Key words: Futbol, jarima nuqtasi, to‘pning harakati, havo qarshiligi, tortishish kuchi, differensial tenglamalar, parabolik harakat, zarba burchagi, jarima zarbasi, fizikaviy model.

Kirish

Futbol o‘yini bugungi kunda dunyo bo‘ylab eng ommabop va ko‘p tomoshabin yig‘adigan sport turlaridan biri hisoblanadi. U nafaqat sportchilar, balki millionlab muxlislar e‘tiborini tortib kelmoqda. Har bir o‘yinning natijasiga futbolchilarning texnik mahorati, taktik saviyasi hamda jismoniy tayyorgarligi sezilarli darajada ta‘sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, muhim pallalarda amalga oshiriladigan jarima zarbalari o‘yinning taqdirini hal qiluvchi omillardan biri bo‘lib xizmat qiladi.

Jarima zarbalari — bu darvozaga yaqin masofadan gol urish uchun noyob imkoniyat bo‘lib, futbolchidan aniq hisob-kitob, to‘g‘ri yo‘nalish va kuchli zarba talab etadi. Ayniqsa, darvozabon oldida himoya devori tashkil etilgan holatlarda to‘pni devor ustidan yoki yonidan o‘tkazib, darvozaning uzoq burchagiga aniqlik bilan yo‘naltirish murakkab texnik mahorat va fizik qonuniyatlarni tushunishni talab qiladi.

Ushbu maqolada jarima zarbasini muvaffaqiyatli amalga oshirishda rol o‘ynovchi fizikaviy omillar — to‘pning boshlang‘ich tezligi, uchish burchagi, tortishish kuchi, havoning qarshiligi, shuningdek, himoya devorining balandligi va

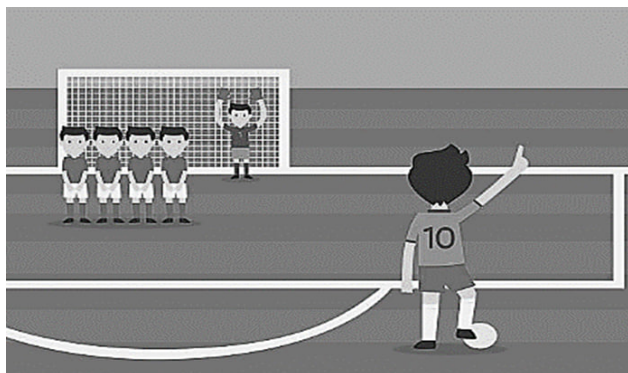
joylashuvi kabi faktorlar tahlil qilinadi. Ayniqsa, to‘pning parvoz trayektoriyasi va aylanish tezligi (spin) kabi omillar zarbaning natijasiga bevosita ta‘sir ko‘rsatadi.

Tadqiqotning asosiy maqsadi — to‘pni jarima nuqtasidan darvozaning uzoq burchagiga aniq va samarali tarzda yo‘naltirish uchun futbolchi tomonidan qo‘llanilishi lozim bo‘lgan optimal zarba burchagi va tezligini aniqlashdan iborat. Shu bilan birga, real o‘yin sharoitlarida ushbu nazariy hisob-kitoblarning amaliy qo‘llanilishi imkoniyatlari ham ko‘rib chiqiladi.

Bu tahlillar nafaqat futbolchilarga o‘z texnikasini takomillashtirishda, balki murabbiylar uchun strategik qarorlar qabul qilishda, sport muhandisligi va biomekanika sohasida faoliyat yuritayotgan mutaxassislar uchun esa ilmiy asoslangan metodikalarni ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Asosiy nazariy qismlar

Havo qarshiligi kuchi to‘pning tezligi bilan bog‘liq bo‘lib, aerodinamik xususiyatlarga ega. Bu kuchning ifodasi quyidagicha:



$$F_{qarshil} = \frac{1}{2} C_d \rho A v^2$$

bu yerda:

C_d — qarshilik koeffitsienti (taxminan 0.47),

ρ — havoning zichligi (1.2 kg/m^3),

A — to'pning ko'ndalang kesim yuzasi ($A = \pi(d/2)^2$, $d = 0.22 \text{ m}$),

v — to'pning tezligi.

Yerning tortishish kuchi doimiy bo'lib, pastga qarab yo'naltirilgan:

$$F_{og'ra} = m \cdot g$$

bu yerda:

m — to'pning massasi (0.45 kg),

g — erkin tushish tezlanishi (9.81 m/s^2).

To'pning harakati ikkita asosiy kuch — tortishish va havo qarshiligidan ta'sirlanadi. Gorizontaal va vertikal yo'nalishdagi harakatni quyidagi differensial tenglamalar bilan tavsiflash mumkin:

Gorizontaal yo'nalish:

$$m \cdot \frac{dv_x}{dt} = -\frac{1}{2} C_d \rho A v_x^2$$

Vertikal yo'nalish:

$$m \cdot \frac{dv_y}{dt} = -m \cdot g - \frac{1}{2} C_d \rho A v_y^2$$

Xulosa

Ushbu ilmiy ishda futbol o'yinidagi jarima nuqtasidan to'pni darvozaga yo'naltirish jarayonidagi fizikaviy omillar batafsil o'rganildi. Havo qarshiligi, tortishish kuchi va devor balandligi kabi omillarni hisobga olgan holda, to'pni 20, 22, 24, 26, 28 metr masofadan darvozaga muvaffaqiyatli yo'naltirish uchun zarur bo'lgan tezlik va burchak aniqlandi. Natijada, to'pning yuqori 9-likka yo'naltirilishi uchun zarur bo'lgan zarba tezliklari va burchaklari hisoblab chiqildi. Ushbu tadqiqot futbol o'yinida jarima zarbalarini yanada samarali amalga oshirish uchun foydali bo'lishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar va saytlar ro'yxati

- Halliday, D., Resnick, R., Walker, J. (2014). Fundamentals of Physics. 10th Edition, Wiley.
- Serway, R. A., Jewett, J. W. (2018). Physics for Scientists and Engineers. 10th Edition, Cengage Learning. (To'p harakati va differensial tenglamalar uchun.)
- Anderson, J. D. (2010). Fundamentals of Aerodynamics. 5th Edition, McGraw-Hill. (Havo qarshiligi va drag koeffitsienti uchun.)
- Cross, R. (2002). Physics of Soccer: Impulse and Collisions.

$$v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot m \cdot g \cdot d}{C_d \cdot \rho \cdot A}}$$

To'pni darvoza burchagiga to'g'ri yo'naltirish uchun zarur bo'lgan burchakni θ quyidagi formuladan topish mumkin:

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{v_{y0}}{v_{x0}} \right)$$

Agar jarima nuqtasidan darvoza burchagiga to'pni muvaffaqiyatli yo'naltirish uchun zarur bo'lgan tezlik va burchakni hisoblasak, quyidagi natijalarga erishamiz:

1. Gorizontaal tezlik:

$$v_x = v_0 \cdot \cos(\theta)$$

2. Vertikal tezlik:

$$v_y = v_0 \cdot \sin(\theta)$$

Model asosida hisoblangan zarba tezligi va burchagi quyidagicha bo'ldi:

Zarba tezligi: 28 m/s

Zarba burchagi: 27°

Ushbu tezlik va burchak bilan, to'p 24 metr masofada jarima nuqtasidan boshlanib, devordan ustun o'tib, uzoq 9-likka yetib borishi mumkin. To'pning parabolik yo'li va maksimal balandligi quyidagicha hisoblandi:

Maksimal balandlik: 3.1 m

To'pning devordan o'tish balandligi: 2.7 m

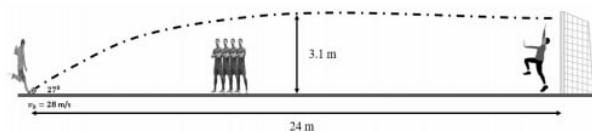
Turli masofalarga qarab zarba tezligi va burchagi

Jarima nuqtasidan turli masofalar uchun zarba tezligi va burchagi quyidagi jadvalda keltirilgan.

Masofa (m)	Zarba tezligi (m/s)	Zarba burchagi (°)	Maksimal balandlik (m)	Devor balandligi (m)
20	24.5	28	2.8	2.5
22	26.0	27	3.0	2.6
24	28.0	27	3.1	2.7
26	29.5	26	3.3	2.8
28	31.0	25	3.5	3.0

Grafik: Zarba tezligi va Masofa

Grafikda masofaning ortishi bilan zarba tezligining qanday o'zgarishini ko'rish mumkin. To'pni uzoq masofalarga yo'naltirish uchun zarba tezligi ortadi. Masofa kattalashgan sari zarba burchagi kamayishi yuqoridagi jadvalda keltirilgan.



American Journal of Physics, 70(9), 894-900. (Futboldagi to'p zarbalari fizikasi uchun.)

- Stronge, W. J. (2000). Impact Mechanics. Cambridge University Press. (To'pning zarba paytidagi kuch va impuls analizlari uchun.)
- Yeadon, M. R., King, M. A. (2002). Modelling the Effects of Air Resistance on Sports Projectiles. Journal of Sports Sciences, 20(10), 831-835. (Sportdagi harakatlar va havo qarshiligi uchun maxsus tadqiqot.)
- <http://istockphoto.com/vector/freekick-gm49823994941877264?searchscope=image>
- <https://pixabay.com/vectors/goalkeeper-football-soccer-athlete-8447751/>