تحصیل
د لغمان پوهنتون علمي، څېړنیزه مهالنۍ خپرونه
۱۴۰۲ ل کال لومړۍ گڼه، تله (میزان)

د افغاني غوري پورتلند او جاپاني پورتلند سیمنټو پرتلیزه څېړنه

۱. پوهنمل، انعام الله انعام، سېول څانگه، انجنيري پوهنځی، لغمان پوهنتون، لغمان، افغانستان
۲. پوهنمل، محمد نصیروحدت، سېول څانگه، انجنيري پوهنځی، لغمان پوهنتون، لغمان، افغانستان
۳. پوهاند، عیسی تنها، سېول څانگه، انجنيري پوهنځی، ننگرهار پوهنتون، ننگرهار، افغانستان

لنډیز

سمینټ یوه بنسټیزه ساختماني ماده ده چې په ساختماني صنعت کې مهم رول لوبوي، د سمینټو ارزښت ددې په نښلیدونکو خواصو کې دی چې د قوي او مداومو ساختمانونو جوړولو له پاره په پراخه پیمانه کارول کیږي. په افغانستان کې ساختماني صنعت په بشپړ ډول د علمي او ساینسي اصولو سره برابر نه دی. نو له همدې امله په ساختماني چارو کې د کیفیت د خرابوالي مسایل رابرسېره کیږي. سره ددې چې په افغانستان کې غوري پورتلنډ سمینټ تولیدیږي، مگر بیا هم د داخلي تولید پرځای د وارداتي سمینټو څخه په پراخه پیمانه گټه اخیستل کیږي. چې یو عمده عامل یې د غوري سمینټو نامعلوم خواص دي. په همدې موخه په دې څېړنه کې د غوري او جاپاني سمینټو فشاري مقاومت، منفذداري او کیمیاوي مرکبات پرتله شوي، ترڅو د غوري سمینټو خواصو په هکله پوره معلومات ترلاسه او د سمینټو د ښه والي له پاره ځانگړې توجه وشي. ددې پرتلنې له پاره د غوري سمینټو کیمیاوي اجزاوې د (XRF/XRD) ازمايښتونو له مخې موندل شوي او د سمینټو کیمیاوي مرکبات (C_2S، C_3S، C_3A، C_4AF) د (Bogue) معادلې پراساس محاسبه شوي. همدارز د سمینټو فشاري مقاومت په لابراتوار کې د استوانوي نمونو د ازمايښت څخه موندل شوی. د ازمايښتونو څخه د لاسته راغلو معلوماتو د پرتلنې څخه موندل شوې، چې په غوري سمینټو کې د جاپاني سمینټو په پرتله منفذداری کچه زیاته او مقاومت یې ټیټ دی. همدارز په غوري سمینټو کې د C3S او C2S کیمیاوي مرکباتو اندازه د معیاري حد په پرتله د پام وړ توپیر لري. کوم چې د تولید په پروسه کې د کیفیت د ضعیف کنټرول نتیجه ده، نو په همدې وجه د فشاري مقاومت پایلې د کیمیاوي مرکباتو د څېړنو د پایلو سره مطابقت لري.

کلیدي کلیمې: سمینټو منرالي کیمیاوي مرکبات، فشاري مقاومت، منفذداري

۱. تېرو اثارو ته کتنه

په اوسني عصر کې کانکریټ د ډېرو مهمو ساختماني موادو لـه ډلې څخه گڼل کیږي، چې د ساختماني او غیرساختماني موخو له پاره کارول کیږي، د گولډسټین د اټکل له مخې په کال کې په څمکه کې د هر شخص له پاره په اوسط ډول یو ټن کانکریټ تولیدیږي (Goldstein، 1995). کانکریټ په نړۍ کې په ساختماني صـنعت کې د اوبو څخه وروسـته په دویمه درجه کې په پراخه کچه کارول کیږي (Hansson، 1995). کانکریټ د سمینټو، جغل، شگې، او اوبو د ترکیب څخه ترلا سه کیږي، چې سمینټ په کانکریټو کې یو مهم

عنصر بلل کیږي؛ کله چې سمینټ د اوبو سره ګډ او مخلوط شي نو د نښلوونکو موادو په توګه د کانکرېټو ترکیبي مواد سره نښلوي. د کانکرېټو خواص په پراخه کچه د کارول شویو سمینټو په کیفیت تکیه لري. د سمینټو کیفیت د کانکرېټي ساختمانونو په فعالیت او خوندیتوب مستقیما اغېزه کوي؛ په ساختماني پروژو کې د بې کیفیته سمینټو کارول د انسانانو ژوند او شتمنو ته د پام وړ ګواښ کېدلی شي (Hansson، 1995). له همدې امله، د کیفیت کنټرول خورا اړین دی او په ساختماني صنعت کې د یو مهم فکتور استازیتوب کوي (Rafi & Nasir، 2014).

په افغانستان کې د اټکل له مخې په کال کې له 300 میلون ټنو څخه ډیر سمینټ کارول کیږي، چې ډیری یې له ګاونډیو هېوادونو څخه واردیږي (Mir Haidar Shah Omid، 2019). په افغانستان کې غوري، جبل السراج، هرات او سمینګان د سمینټو فابریکې شتون لري. د کموډیټ انسایډ مو سسې له خوا د خپاره شوي راپور له مخې، د داخلي سمینټو تولید کچه ډیره ټیټه ده، چې مستقیما له پاکستان او ایران څخه د وارداتو له امله کم شوي دي. موجوده فابریکې د لسیزو جګړو له امله زیانمنې شوي او بیارغونې او ماشینونو نوي کولو ته اړتیا لري ترڅو په بازار کې سیالي پاتې شي (Commodityinside، n.d.).

دا چې په افغانستان کې ساختماني صنعت په علمي او ساینسي ډول برابر نه دی نو په همدې وجه په ساختماني چارو کې د کیفیت د خرابوالي مسائل رابرسیره کیږي. یو له مهمو مسایلو څخه د ساختماني موادو نامعلوم خواص دي. په او سني وخت کې په افغانستان کې غوري پورتلند سمینټ تولیدیږي، چې د کمزوري کیفیت درلودلو له امله کم کارول کیږي او د وارداتي سمینټو څخه په پراخه پیمانه کار اخیستل کیږي. د سمینټو فزیکي خواص د سمینټو د کیمیاوي ترکیب په مقدار کې د بدلون له امله توپیر لري (Tsivilis، Chaniotakis، Badogiannis، Pahoulas، & Ilias، 1999).

هغه سمینټ چې په ساختماني کارونو کې کارول کیږي باید د یولړ ځانګړو خواصو لرونکي وي ترڅو یې اغیزمنتیا زیاته وي. کله چې د سمینټو دغه خواص د معیارونو په یوه ځانګړې ساحه کې پیژندل شوې وي نو انجنیران به د سمینټو په کارې وړتیا ډاډمن وي. ددې برعلاوه ددغه خواصو په مرسته کولای شو، چې د بېلابېلو منابعو یا ړېرمو څخه ترلا سه شوي سمینټ پرتله کړو. د سمینټو په تولیدي فابریکو کې په سمینټو باندې یو لړ ازمایښتونه ترسره کیږي ترڅو معلوم شي چې سمینټ د اړتیا وړ ځانګړتیاوې لري او د سټنډرډونو له خوا ټاکل شوي معیارونه پوره کوي (Austin، 1984؛ Bhatty، Gajda، & Miller، 2002).

سمینټ د کلسیوم کاربونیټ (عموماً د چونې ډبرې په بڼه)، سلیکا، اوسپنې اکسایدونه، او المونیا د ترکیب څخه جوړ شوي دي (Ali & Tahir Shah، 2008؛ Shah & Ali، 2009؛ ul Amin، 2010b، 2010a).

په سمینټو کې کلسیم اوکساید (CaO) یو بنسټیز اکساید دی کوم چې دسمینټو د خامو موادو د مخلوط تقریباً 70 څخه تر 80 سلنه پورې برخه تشکیلوي. ددغه بنسټیز کلسیوریس خامو موادو په ترکیب کې کیدای شي

نور اکسایدونه هم د ناخالصو موادو په بڼه وجود ولري. د سمینټو په خام ترکیب کې دویمه ماده کلې (Clay) یا ارجیل دی (Bhatty et al.، 2002؛ Miller & Conway، 2003). دغه خامو موادو ته په کلین کې حرارت ورکول کېږي او په 14500C تودوخې درجه کې قسماً ویلې کېږي، چې ددغه موادو د کیمیاوي او فزیکي ترکیب له امله د سمینټو کلینکر ماده ترلاسه کېږي. چې وروسته کلینکر د جپسم سره یوځای ګډېږي او په میده پوډر لرونکې بڼه باندې تبدیلیږي چې بالاخره سمینټ ترلاسه کېږي.

C3S، C2S، C3A، او C4AF د سمینټو منرالي مرکبات دي، چې د سمینټو په خواصو باندې د پام وړ اغېز لري (Li، Zhou، Ma، & Hou، 2022)؛ د C3S او C2S مرکبات د سمینټو په مقاومت باندې اغېزلري؛ ځرنګه چې د C3A او C4AF مرکباتو اندازه کمه وي نو د سمینټو په خواصو باندې د پام وړ اغیز نه لري (Knudsen، 1976؛ Zongjin، 2011). د سمینټو منرالي مرکبات د (Bogue) معادلې په مرسته محاسبه کېږي.

$$C_3S = (4.01710)C - (7.6024)S - (1.4297)F - (6.7187)A - (2.852)S \qquad (1)$$
$$C_2S = (8.6024)S + (1.0785)F + (5.0683)A - (3.0710)C \qquad (2)$$
$$C_3A = (2.6504)A - (1.6920)F \qquad (3)$$
$$C_4AF = (3.0432)F \qquad (4)$$

(C) د کلسیم اوکساید سلنه، (S) د سلیکا اکساید سلنه، (A) د المونیم اکساید سلنه، (F) د فیریک اکساید سلنه، (S) سلفر ترای اکساید سلنه ده.

ددې علمي څېړنې اصلي موخه په افغانستان کې د داخلي تولیدي پورټلند سمینټو (غوري سمینټ) او جاپاني سمینټو پرتله کول دي ترڅو د غوري سمینټو خواص وڅېړل شي او د غوري سمینټو د کیفیت ښه کولو په موخه به لازمې او اړینې سپارښتنې وشي ترڅو وکولای شو د غوري سمینټو خواص غښتلي او په مارکېټ کې د وارداتي سمینټو له پاره یو ښه بدیل وګرځي.

۲. مواد او کړنلاره

دغه علمي او څېړنیز کار د لابراتواري ازمایښتونو پربنسټ ولاړ دی. ددې څېړنې سرته رسولو له پاره په لابراتوار کې په غوري او جاپاني سمینټو اړین ازمایښتونه ترسره شوې. لابراتواري څېړنې د جاپان هېواد په کیوشیو پوهنتون کې ترسره شوي، چې په ازمایښتونو کې د افغاني غوري او جاپاني پورټلند سمینټو څخه کار اخیستل شوی، د پرتلنې له پاره د سلیکا شګې او سمینټو مسالې استوانوي نمونې تیارې او په نوموړو نمونو باندې د فشاري مقاومت او منفذداری (Porosity) ازمایښتونه ترسره شوي. د سمینټي مسالې مخلوط ډیزاین په 1–جدول کې ښودل شوی. همداراز د سمینټو د کیمیاوي ترکیب له پاره د XRF/XRD ازمایښت ترسره شوی.

1 جدول: سمینټو او سلیکا شګې مخلوط مکس ډیزاین

اوبو سمینټو نسبت	شګې او سمینټ نسبت	اوبه (ګرام)	شګه (ګرام)	سمینټ (ګرام)	حجم (ملی لیتر)
50	3	225	1350	450	878.77

د سمینټو او سلیکا شګې مخلوط د مکسر ماشین په کارولو سره په لابراتوار کې په ($20°C$) تودوخې ثابته درجه کې جوړ او په 50 ملي متره قطر او 100 ملي متره ارتفاع لرونکې استوانوي نمونو کې اچول شوی، اوپه لابراتوار کې تر 24 ساعتونو ساتلو وروسته د قالبونو څخه ایستل شوي او د ټېسټ مودې پورې په اوبو کې ساتل شوي. ددې نمونو فشاري مقاومت په 7، 28، او 91 ورځو په عمر کې ازمویل شوي او همدارنګه د 91 ورځو څخه وروسته د مسالې منفذداري یا porosity هم ازمایل شوي. د نمونو جوړښت او ساتنه په 1- شکل کې ښودل شوې ده.

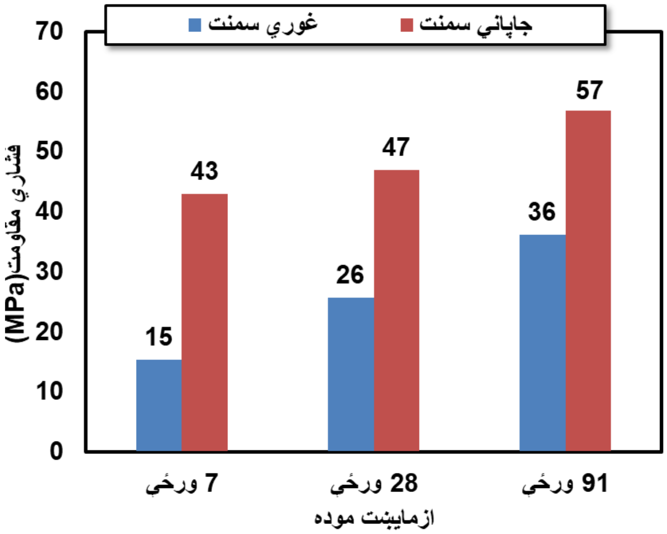
-1

شکل: سمینټو او شګې مخلوط جوړولو پروسه

۴- موندنې یا نتیجه

۱،۴- د فشاري مقاومت پایلې

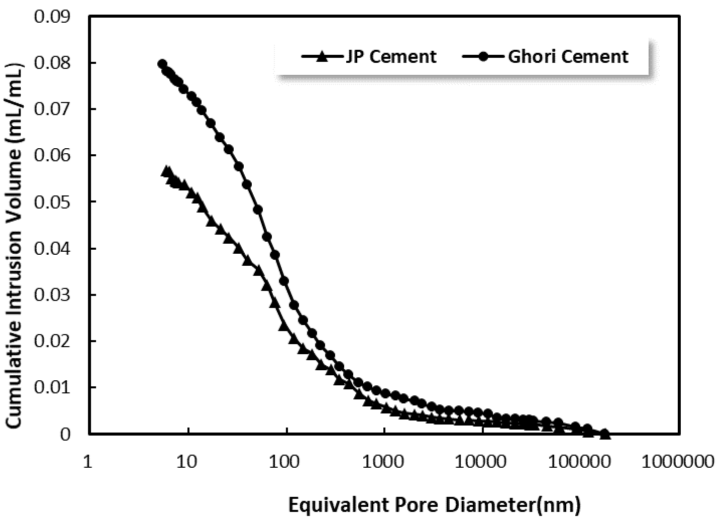
په 2-شکل کې د غوري او جاپاني سمينټو څخه د جوړو شوو نمونو فشاري مقاومت پايلې ښودل شوي دي؛ له شکل څخه ليدل کيږي، چې جاپاني سمينټ د غوري سمينټو په پرتله د لوړ مقاومت درلودونکی دي. د ټسټ په پای کې ليدل کيږي چې جاپاني سمينټو په لومړيو ورځو کې لوړ مقاومت ترلا سه کړی دی، په دا سې حال کې چې د مقاومت ډيروالی يې د 7 ورځو څخه وروسته د غوري سمينټو په پرتله کم دی.



2-شکل: د جاپاني او غوري سمينټو فشاري مقاومت پرتلنه

۲،۴- د منفذداری ازمايښت پايلې

3-شکل د سمينټي مسالې د منفذداری پايلې ښيي، د 91 ورځو څخه وروسته د سمينټو د دواړو ډولونو څخه 5 ملي متره مکعبي نمونې په Porosity meter ما شين کې ازمويل شوې. په 3- شکل کې ليدل کيږي چې د



غوري سـمينټو منفذداري د جاپاني سـمينټو په پرتله زياته ده، چې دا هم د سـمينټي مسـالې په فشـاري مقاومت باندې ناوړه اغېزه کوي، په پـايله کې د جاپـاني سمينټو په پرتله د پام وړ کم فشاري مقاومت لري، لکه څنګه چې په 2-شکل کې ښودل شوی.

3-شکل: د جاپاني او غوري سمينټو منفذداری پرتلنه

۳،۴- د سمينټو کمياوي ترکيبي اجزاو پرتلنه

په دې څېړنه کې د غوري سمينټو ترکيبي اجزاوې د جاپاني سمينټو ترکيبي اجزاوو سره پرتله شوې ده، چې د سـمينټو کيمياوي ترکيبي اجزاوې په 2-جدول کې ښـودل شـوې دي، همدارنګه په يادو سـمينټو کې د څلورو بنسټيزو مرکباتو محا سبه د Bogue Equation په مر سته په 3-جدول کې ښودل شوې ده. د يادونې وړده چې د غوري سمينټو کيمياوي ترکيبي اجزاوې د XRF/XRD ازمايښت په نتيجه کې ترلاسه شوي.

2 جدول: د سمينټو کيمياوي ترکيبي اجزاوې

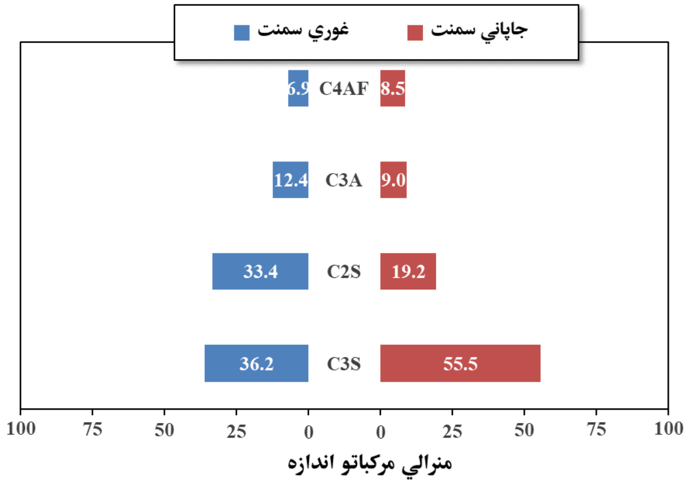
Oxides/ Parameters ٪	ASTM Limits (٪)	Ghori	Japanese
SiO2	17-25	21.08	21.2
Fe2O3	0.5-0.6	2.28	2.8
CaO	60-67	61.67	64.2
Al2O3	3-8	6.15	5.2
MgO	Max 6.0	1.23	1.5
SO3	Max 3.0	3.51	2
LoI	Max 3.0	2.45	1.5
IR	Max 0.75	0.42	0.2

3 جدول: په سمينټو کې د څلورو بنسټيزو کيمياوي مرکباتو محاسبه

جاپاني سمينټ	غوري سمينټ	لنډيز	اکسايډونو ترکيب	منرالي مرکبات
55.5	36.2	C3S	$3CaO.SiO_2$	Tricalcium silicate
19.2	33.4	C2S	$2CaO.SiO_2$	Di calcium silicate
9.0	12.4	C3A	$3CaO.Al_2O_3$	Tricalcium aluminate
8.5	6.9	C4AF	$4CaO.Al_2O_3.Fe_2O_3$	Tetracalcuim aluminoferrite

۵. مناقشه

د ازمايښتونو پايلو او د سمينټو کيمياوي ترکيبي اجزاوو پرتلني څخه ليدل کيږي، چې د سمينټو فشاري مقاومت د سمينټو د ترکيبي اجزاوو په واسطه اغېزمن کيږي. په مختلفو سمينټو کې د څلورو اساسي کيمياوي مرکباتو د مقدارونو پرتلنه په 4-شکل کې ښودل شوې ده. د مختلفو څېړنو څخه موندل شوې، چې هر څومره د سمينټو په کلينکر کې د C_3S مرکب اندازه زياته وي په هماغه اندازه ژر سختيږي او د 3 نه تر 28 پورې خپل نهايي مقاومت ترلاسه کوي. په جاپاني سمينټو کې د غوري سمينټو په پرتله د C_3S اندازه زياته ده، نو په همدې وجه په جاپاني سمينټو کې د غوري سمينټو په پرتله د مقاومت زياتېدنه په لومړيو وختونو کې ډيره ليدل کيږي، ولې د وخت په زياتېدو سره يې د مقاومت زياتېدنه ډيره فوق العاده نده. برعکس که چېرې په سمينټو کې د C_2S مرکب مقدار زياتيږي نو په لومړيو 28 ورځو کې يې د مقاومت د زياتوالي اندازه کمه وي، مګر د 28 ورځو څخه وروسته د مقاومت په ډيروالي کې دپام وړ چټکتيا ليدل کيږي، چې دC_2S د زياتوالي اغېزې د غوري سمينټو په فشاري مقاومت باندې په ښکاره ډول ليدل کيږي. په 4-شکل کې د دواړه سمينټ برانډونو د منرالي مرکباتو اندازه ښودل شوې.



4- شکل: د غوري او جاپاني پورټلنډ سمينټو د منرالي مرکباتو پرتلنه

په 3- شکل کې ليدل کيږي چې د سمينټو منفذداري په غوري سمينټو کې د جاپاني سمينټو په پرتله ډيره ده؛ په هره اندازه چې په سمينټي مساله کې منفذونه ډير وي په هماغه اندازه د مسالې فشاري مقاومت اغېزمن کيږي. د سمينټو منفذداري د سمينټو د ميده ګۍ ضريب يا Fineness سره مستقيمه اړيکه لري، هرڅومره چې د سمينټو ميده ګۍ ضريب زيات وي په هماغه اندازه د هايدريشن پروسې له پاره زياته سطحه رامنځته کيږي، چې د زيات هايدريشن په نتيجه کې سمينټ ژر خپل مقاومت ترلاسه کوي. د سمينټو ميده ګۍ ضريب د نفوذ پذيرۍ ټېسټ په مرسته چې د ASTM کوډ لخوا مشخص شوی. د تيرو څېړنو په پام کې نيولو سره د

LU
TAHSIL ACADEMIC AND RESEARCH JOURNAL
TARJ
2023

تحصيل
د لغمان پوهنتون علمي، څېړنيزه مهالنۍ خپرونه
۱۴۰۲ ل کال لومړۍ گڼه، تله (ميزان)

سمينټو په کلينکر کې د منرالي کيمياوي مرکباتو اغيزې د سمينټو په بېلابېلو ځانګړنو باندې په لاندې 4- جدول کې خلاصه شوي (Neville، 1973).

په 4-جدول کې ليدل کيږي، چې د سمينټو ترکيبي اجزاوې بلخصوص هغه څلور اساسي منرالي مرکبات چې دسمينټو تقريبا 90 سلنه تشکيلوي د سمينټو په خواصو باندې مستقيمې اغيزې لري، نو اړينه ده، چې د سمينټو ترکيبي اجزاوې وخت په وخت په فابريکو کې وکتل شي، او هڅه وشي چې د سمينټو کيمياوي ترکيبات د معيارونو سره برابر وي ترڅو د سمينټو په خواصو باندې ناوړه اغيزې ونه لري.

4-جدول: په پورټلند سمينټ کې اساسي مرکبات او دهغوی اغيزې د سمينټو په خواصو باندې

اساسي مرکبات	لومړنی فشاري مقاومت	اوږدمهاله مقاومت	هايدريشن تودوخه	وچيدونکی انقباظ	کيمياوي مقاومت
C_3S	3-28 ورځو لوړ مقاومت	متوسط	متوسط	متوسط	متوسط
C_2S	ټيټ	28 ورځو وروسته لوړ مقاومت	ټيټ	ټيټ	لوړ
C_3A	يو ورځنی لوړ مقاومت	ټيټ	لوړ	لوړ	ټيټ
C_4AF	ټيټ	ټيټ	ټيټ	ټيټ	متوسط

۶. پايله

د پورتنيو ازمايښتونو او کيمياوي ترکيباتو د پرتلنې څخه لاندې پايلې موندلی شو:

- دا چې سمينټ د کانکريټو اساسي جز دی او په کانکريټو کې د نښلېدنې عمل اجرا کوي او همدارنګه د سمينټو خواص د کانکريټو په فشاري مقاومت باندې مستقيمه اغېزه لري، نواړينه ده چې دسمينټو خواصو ته خاصه پاملرنه وشي.
- د غوري سمينټو په کلينکر کې د C_3S او C_2S مرکباتو اندازه د معياري حد سره د پام وړ توپير لري، نو په همدې وجه د غوري سمينټو مقاومت په نسبي ډول ټيټ دی.
- په غوري سمينټو کې د سمينټي مسالې فشاري مقاومت د سمينټي خميرې د منفذداری په واسطه اغيزمن شوی او د جاپاني سمينټو په پرتله ټيټ فشاري مقاومت لري.

۷. وړانديزونه

ځرنګه چې وڅېړل شوه، د سمینټو کیمیاوي ترکیبي اجزاوې د سمینټو په خواصو باندې د پام وړ اغیز لري او د څېړنې په پایله کې ومونډل شوه چې ممکن په افغانستان کې د غوري سمینټو کیفیت په ښه توګه نه کنټرولیږي. نو وړاندیز مو دادی چې د غوري سمینټو تولید پروسه لا غني شي او د تولید په پروسه کې د نړیوالو معیارونو سره سم د سمینټو کیفیت کنټرول شي، ترڅو وکولای شو ښه مقاومت لرونکي سمینټ بازار ته عرضه او په مارکیټ کې د وارداتي سمینټو له پاره یو ښه بدیل وګرځي. په لنډ وخت له پاره کولای شو، چې د پاکستاني وارداتي سمینټو؛ عسکری او بسټ وی سمینټو ځخه ګټه واخلو.

۸ محدودیتونه

دا چې پدې څېړنه کې په سمینټو باندې ازمایښتونه د جاپان هېواد په کیوشیو پوهنتون کې ترسره شوي، نو په زیاته پیمانه د غوري سمینټو انتقال جاپان هېواد ته یوله محدودیتونو ځخه وو چې د زیات لګښت له امله په زیاته پیمانه مواد نه وو انتقال شوي ترڅو نور لابراتواري ازمایښتونه پرې ترسره شي. همداراز د غوري سمینټو نمونه د کابل ښار له بازار ځخه اخیستل شوې چې د تولید او ټسټ مودې ترمنځ زماني فاصلې په هکله کره معلومات شتون نه لري چې دا هم د سمینټو په خواصو باندې نېغ په نېغه اغیز لري.

اخځلیکونه

Ali, K., & Tahir Shah, M. (2008). Chemical study of limestone and clay for cement manufacturing in Darukhula, Nizampur District, Nowshera, North West Frontier Province (NWFP), Pakistan. *Chinese Journal of Geochemistry*, *27*, 242–248.

Austin, G. T. (1984). *Shreve's chemical process industries*. McGraw-Hill Companies.

Bhatty, J. I., Gajda, J., & Miller, F. M. (2002). High carbon fly ash in cement manufacturing. A commercial demonstration. *27 Th International Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems, Sheraton Sand Key, Clearwater, Florida*, 3–7.

Commodityinside. (n.d.). *Afghanistan Cement Market - Commodity Inside*.

Goldstein, H. (1995). Not your father's concrete. *Civil Engineering*, *65*(5), 60.

Hansson, C. M. (1995). Concrete: the advanced industrial material of the 21st century. *Metallurgical and Materials Transactions B*, *26*, 417–437.

Knudsen, T. (1976). QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE COMPOUND COMPOSITION OF CEMENT AND CEMENT CLINKER BY X-RAY

DIFFRACTION. *American Ceramic Society Bulletin*, *55*(12), 1052–1054.

Li, Z., Zhou, X., Ma, H., & Hou, D. (2022). *Advanced concrete technology*. John Wiley & Sons.

Miller, F. M., & Conway, T. (2003). Use of ground granulated blast furnace slag for reduction of expansion due to delayed ettringite formation. *Cement, Concrete and Aggregates*, *25*(2), 1–10.

Mir Haidar Shah Omid. (2019). *Govt Takeover Of Baghlan's Ghori Cement Plant _ TOLOnews*. Retrieved from https://tolonews.com/business/govt-takeover-baghlan's-ghori-cement-plant

Neville, A. M. (1973). *Properties of concrete*.

Rafi, M. M., & Nasir, M. M. (2014). Investigation of Chemical and Physical Properties of Cements Manufactured in Pakistan. *Journal of Testing and Evaluation*, *42*(3), 774–786. https://doi.org/10.1520/JTE20130158

Shah, T., & Ali, K. (2009). Raw mix designing, clinkerization and manufacturing of high-strength Portland cement from the limestone and clay of Darukhula Nizampur, Nowshera District, North-West Frontier Province (NWFP), Pakistan. *Chinese Journal of Geochemistry*, *28*, 279–283.

Tsivilis, S., Chaniotakis, E., Badogiannis, E., Pahoulas, G., & Ilias, A. (1999). A study on the parameters affecting the properties of Portland limestone cements. *Cement and Concrete Composites*, *21*(2), 107–116.

ul Amin, N. (2010a). Raw Mix designing and clinkerization of High Strength Portland cement with Bagasse Ash and its impact on clinker moduli and fuel consumption. *Journal of the Chemical Society of Pakistan*, *31*(6), 370.

ul Amin, N. (2010b). Recycling of Bagasse Ash in Cement Manufacturing and its Impact on Clinker Potential and Environmental Pollution. *Journal of The Chemical Society of Pakistan*, *31*(6), 357.

Zongjin, L. (2011). Advanced concrete technology. In *Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc*. https://doi.org/10.1002/9781119806219