

## مقایسه رفتار مکانیکی بتن سبک ساخته شده با سبک دانه لیکا و اسکوریا

بهتاش امیری<sup>۱</sup>، فرشاد قنبری کهلپونی<sup>۲</sup>

۱-عضو باشگاه پژوهشگران جوان ونخبگان، واحد رودهن، دانشگاه آزاد اسلامی، رودهن، ایران

۲-دانشجوی کارشناسی ارشد سازه دانشگاه غیرانتفاعی پردیسان فریدونکنار

[amiri.behtash@gmail.com](mailto:amiri.behtash@gmail.com)

### چکیده

بتن به عنوان پرمصرف ترین مصالح ساختمانی از اهمیت به خصوصی نزد مهندسين ساختمان برخوردار است. باتوجه به اینکه قسمت اعظم وزن مرده ساختمان مربوط به اسکلت آن می باشد، در نتیجه کاهش وزن آن باعث کاهش نیروی زلزله میگردد.

یکی از راه های کاهش وزن استفاده از بتن سبک پرمقاومت می باشد که همراه با کاهش وزن مقاومت بالایی از خود نشان می دهد در این پژوهش به بررسی مقاومت فشاری و کششی بتن سبکدانه لیکا، اسکوریا و ترکیب اسکوریا با گرانیت پرداخته شده است که نشان می دهد با طرح مخلوط ویژه، بتن سبکدانه با مقاومت بالای  $40 \text{ mpa}$  در نمونه های مکعبی  $10 \times 10 \times 10$  دست یافت. نسبت مقاومت بالا به چگالی پایین بیان گر آن است که رفتار سازه ای مناسب تری در برابر زلزله نشان می دهد.

کلمات کلیدی: سبک دانه، سبک سازی، سبکدانه لیکا، بتن سبک

### ۱. مقدمه

تاکنون تلاش های زیادی برای ساختن بتن سبک سازه ای صورت گرفته است. بررسی های نوشچنو و ویتکومب نشان داد که با استفاده از سبکدانه های سیلیسی منبسط شده با مصرف سیمان و میکروسیلیس تا ۲۰٪ وزن سیمان می توان مقاومتی معادل  $70,5 \text{ MPa}$  با وزن مخصوص  $1860 \text{ kg/m}^3$  دست یافت. [۱] کپهی، آتیز، یاسر، وازکان نشان دادند که می توان با دانه های بازالت-پومیس،  $450 \text{ kg/m}^3$  سیمان و ۱۰٪ وزنی سیمان استفاده از میکروسیلیس به صورت جایگزین، می توان به مقاومت فشاری  $43,8 \text{ MPa}$  با وزن مخصوص خشک در حدود  $1820 \text{ kg/m}^3$  بعد از گذشت ۳ ماه دست یافت. [۱] مالپوترا با استفاده از سنگدانه لیکا و سیمان پرتلند نوع ۳ به مقاومت فشاری یکساله  $70 \text{ MPa}$  با چگالی  $2000 \text{ kg/m}^3$  دست یافت. [2]

سازه ای که از نسبت مقاومت بالا به چگالی پایین تری برخوردار باشد رفتار مناسب تری در برابر زلزله نشان می دهد، بنابراین اگر مقاومت بتن را همراه با کاهش چگالی بالا ببریم می توان سازه ای مقاوم تر در برابر زلزله طراحی نماییم. در این مقاله برای رسیدن به مقاومت بالاتر از نسبت آب به سیمان پایین همراه  $500 \text{ kg/m}^3$  سیمان استفاده گردید و برای کاهش چگالی از سه تیپ سنگدانه لیکا، اسکوریا و ترکیب اسکوریا با گرانیت همراه با پودر سنگ پرداخته شده است، که این سه تیپ سنگدانه به صورت تجربی از بین ۳۰ طرح به روش صحیح و خطا انتخاب و مورد بررسی قرار گرفت.

## ۲. مصالح مصرفی

### ۲-۱-سیمان

سیمان مصرفی در آزمایش هاسیمان پرتلند تیپ یک ۵۲۵ کارخانه سیمان شهرکرد میباشد. که در تمامی طرح مخلوط ها به مقدار  $500 \text{ kg/m}^3$  و بانسبت آب به سیمان ۰,۳ استفاده گردید.

### ۲-۲-آب

آب مورد استفاده آب مقطر خالص می باشد.

### ۲-۳-مصالح سنگی

مصالح مصرفی مورد استفاده در آزمایش ها، سبکدانه لیکا، ماسه سیلیسی، سنگدانه گرانیتی، اسکوریا و پودر سنگ می باشد. پودر سنگ مورد استفاده از جنس کربنات کلسیم با خلوص ۶۰ درصد بوده و میزان رد شده از الک ۷۵ میکرون آن ۶۰٪ می باشد

### ۲-۴-افزودنی

فوق روان کننده مورد استفاده از نوع پلی کربوکسیلات با جرم مخصوص  $1100 \text{ kg/m}^3$  مطابق با استاندارد ASTM-c494 و میزان مصرف ۰,۸ درصد مقدار سیمان استفاده گردید.

## ۳. طرح مخلوط

در طرح مخلوط های این آزمایش از نسبت آب به سیمان ۰,۳، مقدار  $500 \text{ kg/m}^3$  سیمان و ۰,۸ درصد وزن سیمان از فوق روان کننده پلی کربوکسیلات به صورت ثابت و مشترک سه تیپ سنگدانه برای ساخت سی لیتتر بتن به شرح جداول ۱ تا ۳ استفاده گردید.

سه تیپ سنگدانه مورد استفاده در آزمایش ها به صورت تجربی و روش صحیح و خطا از بین ۳۰ طرح انتخاب گردید. به نحوی که اعداد در جداول ۱ تا ۳ بیانگر سنگدانه گذشته از الک نمره بالاتر و مانده بر روی الک نمره پایین تر در جدول می باشد.

جدول ۱- تیپ سنگدانه شماره یک

ردیف	سنگدانه مصرفی	شماره الک گذشته از	مقدار gr
1	لیکا	اینچ ۲/۱	800
2	لیکا	اینچ 3/8	3200

4000	4	لیکا	3
6000	16	لیکا	4
5800	30	ماسه سیلیسی	5
9000	50	لیکا	6
5500	70	لیکا	7
2500	100	لیکا	8
1000	200	پودر سنگ	9

جدول ۲- تیپ سنگدانه شماره دو

مقدار gr	شماره الک گذشته از	سنگدانه مصرفی	ردیف
850	اینچ ۲/۱	اسکریا	1
3000	اینچ 3/8	اسکریا	2
3800	4	اسکریا	3
4000	16	اسکریا	4
5000	30	ماسه سیلیسی	5
6500	50	اسکریا	6
4800	70	اسکریا	7
2000	100	اسکریا	8
750	200	پودر سنگ	9

جدول ۳- تیپ سنگدانه شماره سه

مقدار gr	شماره الک گذشته از	سنگدانه مصرفی	ردیف
900	اینچ ۲/۱	گرانیت	1
3500	اینچ 3/8	گرانیت	2
2950	4	اسکریا	3
3800	16	اسکریا	4
4650	30	ماسه سیلیسی	5
6200	50	اسکریا	6
395	70	اسکریا	7
185	100	اسکریا	8
80	200	پودر سنگ	9

#### ۴. ساخت و عمل آوری

برای هر طرح سی لیتر بتن ساخت شد و سپس به صورت ۹ نمونه مکعبی ۱۰\*۱۰\*۱۰ برای آزمایش مقاومت فشاری و ۹ نمونه استوانه ای ۲۰\*۱۰ برای آزمایش کشش غیر مستقیم تهیه گردید.  
برای عمل آوری نمونه ها، از حوضچه آب دمای ۲۵ درجه سانتیگراد استفاده شد.

#### ۵. نتایج بدست آمده

بعد از ساخت نمونه، آن ها را برای عمل آوری بهتر در حوضچه آب قرار داده و در سنین ۷، ۲۸، ۹۰ روز توسط جک بتن شکن طبق استاندارد ISIRI 3206 برای مقاومت فشاری و استاندارد ASTM C293-79 برای مقاومت کششی به روش غیر مستقیم مورد آزمایش قرار دادیم که نتایج آن در جداول ۴-۵ قابل مشاهده می باشد.

جدول ۴- مقاومت فشاری نمونه ها (Mpa)

سن نمونه	تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳
۷ روز	۲۵	۲۷	۳۵
۲۸ روز	۴۰	۴۱	۵۰
۹۰ روز	۴۴	۴۶	۶۱

جدول ۵- مقاومت مقاومت کششی به روش غیر مستقیم نمونه ها (Mpa)

سن نمونه	تیپ ۱	تیپ ۲	تیپ ۳
۷ روز	2.7	3	4.2
۲۸ روز	4	5.3	6.1
90 روز	5.5	6	7.2

#### ۵. نتیجه گیری

باتوجه به نتایج به دست آمده می توان نتیجه گرفت می توان با استفاده از سبکدانه و نسبت آب به سیمان ۰,۳ به کمک فوق روان کننده و عیار سیمان ۵۰۰ به مقاومت حدود ۴۵ Mpa رسید.  
در صورت نیاز به مقاومت بالاتر از ۵۰ Mpa پیشنهاد میگردد مقداری از درشت دانه ها را با سنگدانه های پرمقاومت جایگزین نمود.  
با توجه به چگالی پایین و مقاومت بالای بتن های ساخته شده با طرح مخلوط های فوق می توان پیشنهاد نمود در سازه های ساخته شده با آن رفتار بسیار مناسبی در برابر زلزله از خود نشان دهد.

## مراجع

1- علی باقریان، ۱۳۹۵، تاثیرات پوکه معدن دماوند در ساخت بتن سبک خودتراکم، هشتمین کنفرانس ملی سالیانه بتن

ایران، تهران، انجمن بتن ایران

۲. Cobanog, I., Ozpinar, Y., Ozbek, A., (2003), "Engineering properties of tuffs in the Sandikli region (Afyon—Turkey) and their possible use as concrete aggregates", Bull Eng Geol Env, 369– 378

۳. "How to obtain – strength concrete using Density Aggregate," by V. Norok shchenov and w. whit comb .ACI. SP 121-33, P.683, (1990)

۴. "High – Strength light weight concrete made with Scoria aggregate Containing mineral admixtures," by A. Kilic, C.D. Atis, E. Yasar, F. Ozcan, Cement and Concrete research, (2003).

۵. "Properties of high – Performance LWAC for pre -cast structures with Brazilian light weight aggregates," by J.A. Rossignolo, M.V.C. Agnesinin, J.A. Morais, cement & concrete composites, (2001).

6. ASTM C143-03 " Standard Test Method for Slump of Hydraulic-Cement Concrete".

7. BRE (Building Research Establishment) (Secend edition-1988), "Design of normal concrete mixes". P13. [16] ASTM C150 "Standard Specification for Portland Cement" - -p3

8. "Standard Performance Specification for Hydraulic Cement"-ASTM C1157-p3

9. Frohnsdorff G and Clifton J. "Cement and Concrete Standards of the Future". NISTIR5933. (1997), p4. [19] Jordan, T. "An introduction to cement & concrete" p11.

10. Ramachandran V and Beaudoin J. "Handbook of analytical techniques in concrete science and technology"; Institute for Research in Construction National Research Council Canada 2001 ,p38

11.] Dr. D. N. Ghosh (1992), "concrete and science technology & Cement private limited", p327.

12. ACI 211-1-91 (Reapproved 2002)" Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete" .

13. Neville AM, Brooks JJ (2002). "Concrete technology". Prentice Hall, p20

14. ACI 211.3R-02, " Guide for Selecting Proportions for No-Slump Concrete".

15. ASTM C232-(2013)."Standard Test Method for Bleeding of Concrete