



## تخمین میزان بار دوره ای وارد بر سقف کارگاه های جبهه کار بلند

کاظم اورعی<sup>۱\*</sup>، کامران گشتاسبی<sup>۲</sup>، فرمین خاکپور یگانه<sup>۳</sup>

- ۱- عضو هیأت علمی گروه استخراج معدن دانشگاه تربیت مدرس
- ۲- عضو هیأت علمی گروه استخراج معدن دانشگاه تربیت مدرس
- ۳- دانشجوی کارشناسی ارشد استخراج معدن، دانشگاه تربیت مدرس

E-mail: Farmin\_khakupour@yahoo.com

E-mail: Goshtasb@modares.ac.ir

### چکیده

معدنکاری جبهه کاربلند روش پرسود و مرسوم برای استخراج زغال سنگ می باشد. پیشگویی رفتار سقف و تخمین میزان بار سقف و احتیاجات نگهداری بزرگترین مسئله است، که بطور مستقیم به ایمنی و تولید سینه کار مربوط می شود. با ظهور مکانیزاسیون با هزینه سرمایه گذاری بالا و لزوم افزایش ایمنی در سینه کارها، دقت بیشتری امروزه در ارزیابی خصوصیات بارگذاری سقف و طراحی نگهدارنده های قدرتی سینه کارهای جبهه کاربلند لازم است. در این مقاله، با مطالعه رفتار سقف سینه کار جبهه کاربلند، میزان بار قائم وارد بر نگهدارنده های قدرتی، از جمله بار ناشی از بارگذاری دوره ای سقف مورد تحلیل و محاسبه قرار گرفته است. بدین منظور در ابتدا قبل از محاسبه بارگذاری دوره ای سقف اصلی، وجود یا عدم وجود آن بررسی شده است. پس از اینکه وجود بارگذاری دوره ای سقف اصلی تحقیق شد، فاکتور شدت بارگذاری دوره ای محاسبه می شود. با استفاده از فاکتور شدت بارگذاری دوره ای، می توان پیش بینی کرد که بارگذاری دوره ای در یک یا دو مرحله اتفاق می افتد. برای محاسبه بارگذاری دوره ای سقف، ابعاد بلوکهای شکسته شده سقف اصلی از جمله ارتفاع سقف اصلی و طول گام بارگذاری سقف اصلی تخمین زده می شود. در نهایت با محاسبه وزن این بلوک ها می توان بارگذاری دوره ای سقف را محاسبه نمود. برای اطمینان از صحت مدل ارائه شده، میزان بارگذاری دوره ای برای یک سینه کار جبهه کار بلند محاسبه شده است. نتایج نشان دهنده این است که مدل فوق میزان بارگذاری دوره ای سقف را با دقت خوبی تخمین می زند.

واژه های کلیدی: جبهه کاربلند، نگهدارنده قدرتی، بارگذاری دوره ای، گام بارگذاری دوره ای

### ۱- مقدمه

بارگذاری های خارجی وارد بر پهنه جبهه کار بلند شامل دو دسته از بارها است. این بارها اغلب بر روی آسمانه و سپر تخریب نگهدارنده قدرتی اعمال می شوند. دسته اول، شامل بارهائی عمودی است که بدلیل وزن

\* - دانشگاه تربیت مدرس تهران - دانشکده فنی - بخش مهندسی معدن

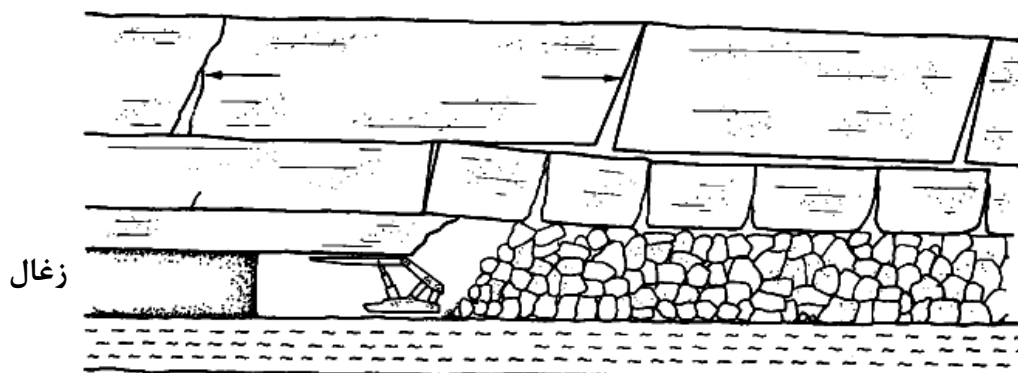


لایه های روباره و نیروهای جانبی بوجود می آیند و به طور موازی و یا عمود برسینه کار بوده که بواسطه جابجائی های افقی سقف ایجاد می شوند. دسته دوم بارهایی است که بدلیل وزن سنگ های تخریب شده که بر روی سپر تخریب جمع شده اند، بوجود می آیند. بیشتر محققان در سال های اخیر توجه خود را بر بارهای عمودی متمرکز کرده اند که بواسطه وزن لایه های سقف بوجود می آیند [۱].

در محاسبه بار وارد بر نگهدارنده قدرتی و وزن لایه های روباره اثر بارگذاری دوره ای سقف اصلی نیز باید مورد توجه قرار گیرد. علاوه بر وزن سقف بلافاصله که بر واحد نگهدارنده قدرتی بار اعمال می کند، در هر چند سیکل پیشروی، بار وارد بر نگهدارنده قدرتی به یکباره از مقدار معمول افزایش می یابد. افزایش در بار وارده فرایندی دوره ای است. یعنی در هر چند سیکل پیشروی نگهدارنده، یک بارگذاری دوره ای سقف اتفاق می افتد. همچنین مشاهده شد که حتی در بین بارگذاری های دوره ای بزرگ، چندین بارگذاری دوره ای کوچک نیز وجود دارد [۲].

## ۲- بارگذاری دوره ای

بارگذاری دوره ای سقف در فرضیه تیر طره ای بدین صورت توجیه می شود که پس از تخریب سقف بلافاصله و فروریزش آن، سقف اصلی که در بالای سقف بلافاصله وجود دارد به بلوک هائی با ابعاد بزرگ می شکند. وزن این بلوک ها از یک طرف بر روی سنگ تخریب شده فضای تخریب و از یک طرف بر روی ذغال برجا در سینه کار و بخشی از آن نیز به طور دوره ای بر روی نگهدارنده قدرتی وارد می شود که سبب بارگذاری دوره ای می شود. همانطور که در شکل (۱) دیده می شود، سقف اصلی به بلوک هائی شکسته می شود. طول این بلوک ها اصطلاحاً فاصله بارگذاری دوره ای نامیده می شود.



شکل ۱- شکست بلوک های سقف اصلی و بارگذاری دوره ای [۲].



بار ناشی از بارگذاری دوره ای در فرضیه تیر طره ای سقف، ناشی از شکسته شدن بلوک های سقف اصلی است که به صورت دوره ای وزن آنها بر روی نگهدارنده قدرتی وارد می شوند. در واقع پس از اینکه سقف بلافاصله تخریب می شود، قطعات خرد شده سنگ سقف، فضای منطقه تخریب را پر می کند [۲].

## ۲-۱- پیشگویی وجود بارگذاری دوره ای

اگر ارتفاع سنگ های تخریب شده در فضای تخریب به مقداری باشد که سقف اصلی بدون اینکه از حالت طبیعی خود منحرف شود بر روی این قطعات شکسته شده نشست کند، بارگذاری دوره ای اتفاق نخواهد افتاد. در واقع عدم وجود بارگذاری دوره ای بدلیل این است که سقف اصلی دچار شکست نمی شود و بلوک های شکسته شده سقف اصلی وجود نخواهند داشت. بنابراین وجود یا عدم وجود بارگذاری دوره ای نیز تا حدود زیادی به خصوصیات سنگ سقف بلافاصله، از جمله فاکتور تورم آن بستگی دارد. عامل مهم دیگر خود ارتفاع لایه ذغال است که بر وجود بارگذاری دوره ای موثر است [۳].

وجود یا عدم وجود بارگذاری دوره ای سقف در سطح سینه کار باید بررسی شود. زیرا در صورت عدم احتساب این مقدار بارگذاری سقف که به صورت دوره ای بر نگهدارنده قدرتی وارد می شود، ممکن است صدمات جبران ناپذیری بر نگهدارنده قدرتی وارد شود که حتی باعث از هم گسیختگی آن شود. معمولاً بارگذاری دوره ای سقف اصلی به خصوصیات سنگ سقف اصلی، نوع سنگ از نظر مقاومت فشاری، مقاومت کششی، درزه داری و شکستگی های سقف اصلی، ضخامت لایه، وزن مخصوص ریزشی و برجای سنگ سقف اصلی و سرعت پیشروی سینه کار بستگی دارد.

اگر سنگ سقف اصلی متوسط تا ضعیف باشد، بارگذاری دوره ای در یک مرحله و در صورتیکه سنگ سقف اصلی قوی باشد بارگذاری دوره ای در دو مرحله اتفاق می افتد. در صورتیکه بارگذاری دوره ای در دو مرحله باشد، در هر ۳ تا ۵ بارگذاری دوره ای کوچک یک بارگذاری دوره ای بزرگ اتفاق می افتد [۲].

بر طبق تحقیقات انجام شده، وجود یا عدم وجود بارگذاری دوره ای را می توان با استفاده از فاکتور شدت بارگذاری دوره ای مشخص نمود. فاکتور شدت بارگذاری دوره ای از رابطه زیر محاسبه می شود.

$$N = \frac{H_i}{H} \quad (1)$$

$N$ : فاکتور شدت بارگذاری دوره ای

$H_i$ : ضخامت سقف بلافاصله (متر)

$H$ : ضخامت لایه ذغال سنگ (متر).



طبق تحقیقات انجام شده توسط پنگ و همکاران، در صورتیکه فاکتور شدت بارگذاری دوره ای  $N$ ، در حدود ۲ تا ۴/۳ باشد و ضخامت لایه ذغال سنگ  $H$ ، ۰/۷ تا ۴ متر باشد بلافاصله فضای تخریب را بر کرده و هیچگونه بارگذاری دوره ای اتفاق نمی افتد [۲].

مقدار حداقلی برای ارتفاع سقف بلافاصله لازم است تا بارگذاری دوره ای اتفاق نیافتد. کمترین ارتفاع سقف بلافاصله برای شرایط فوق از رابطه زیر بدست می آید.

$$h_{im} \geq \frac{H - d_a}{K_{ru} - 1} \quad (2)$$

$h_{im}$ : کمترین ارتفاع سقف بلافاصله (متر)

$H$ : ارتفاع معدنکاری (متر)

$d_a$ : بیشترین فاصله مجاز برای جدایش لایه ها در سقف اصلی (میلیمتر).

$K_{ru}$ : فاکتور تورم باقیمانده سنگ سقف اصلی.

ضرایب  $d_a$  و  $K_{ru}$  مربوط به ارتفاع معدنکاری (ضخامت لایه) از جدول (۱) قابل محاسبه است [۲].

جدول (۱) ضرایب  $d_a$  و  $K_{ru}$  براساس ارتفاع لایه ذغال سنگ [۲].

ارتفاع معدنکاری (متر)					
	<۱	۱	۲	۳	۴
$d_a$ (mm)	۴۵	۵۰	۵۵	۶۰	۶۲/۵
$K_{ru}$	۱/۱۵	۱/۲	۱/۳	۱/۴	۱/۵

با توجه به رابطه (۲) اگر ضخامت سقف بلافاصله از حداقل مقدار لازم بیشتر باشد، بارگذاری دوره ای وجود نخواهد داشت. طبق تحقیقاتی که در ایالات متحده انجام شده است، بر اساس فاکتور شدت بارگذاری دوره ای  $N$ ، می توان پیش بینی کرد که بارگذاری دوره ای در چند مرحله اتفاق می افتد یا اصولاً بارگذاری دوره ای وجود دارد یا خیر [۴].

بر اساس طبقه بندی سقف اصلی که در کشور چین ارائه شده است می توان پیش بینی کرد که بارگذاری دوره ای در یک مرحله یا در دو مرحله اتفاق می افتد. با توجه به جدول (۲) که بر اساس فاکتور شدت بارگذاری ارائه شده است می توان وجود و چند مرحله بودن بارگذاری دوره ای را تخمین زد.



جدول (۲). تخمین وجود یا عدم وجود بارگذاری دوره ای [۳].

بارگذاری دوره ای	بدون بارگذاری دوره ای (غیر قابل مشاهده)	قابل مشاهده	قوی	بسیار قوی
فاکتور شدت بارگذاری دوره ای ( $N$ )	$N > 3-5$	-۵ $0.3 < N < 3$	$0.3 < N < 3-5$ یا $L_{0m} < 50, N < 0.3$	$N < 0.3$
مراحل بارگذاری دوره ای	-	یک مرحله	یک یا دو مرحله	دومرحله

پس از اینکه شدت و چند مرحله ای بودن بارگذاری دوره ای بررسی شد، گام بعدی در بررسی بارگذاری دوره ای سقف محاسبه فواصل بارگذاری دوره ای سقف است. همانطور که قبلاً نیز شرح داده شد، سقف اصلی به بلوک هائی می شکند که وزن این بلوک ها به صورت دوره ای بر روی نگهدارنده قدرتی وارد می شود. تخمین ابعاد این بلوک ها از مهمترین مراحل تخمین میزان بار ناشی از بارگذاری دوره ای است.

## ۲-۲- محاسبه بار دوره ای

بدلیل اینکه فواصل بارگذاری دوره ای، تاثیر زیادی در بار دوره ای وارد بر نگهدارنده قدرتی دارند، تحقیقات زیادی برای محاسبه و تخمین این فواصل انجام شده است. تخمین ابعاد شکست سقف اصلی بسیار مشکل است. طبق تحقیقات انجام شده اگر بارگذاری دوره ای در دومرحله اتفاق افتد، سقف اصلی به دو بخش بالائی و پائینی تقسیم می شود. بلوک های شکسته شده بخش پائینی سبب بازگذاری دوره ای کوچک، و بلوک های شکسته شده بخش بالائی سبب بارگذاری دوره ای بزرگ می شوند. همانطور که قبلاً گفته شد، در هر ۳ تا ۵ بارگذاری دوره ای کوچک، یک بارگذاری دوره ای بزرگ اتفاق خواهد افتاد. این فواصل شکست بلوک های سقف اصلی را در ارتباط با اولین دهانه تخریب سقف اصلی می دانند [۴].

طبق نظر پنگ (Syd.Peng, 1994)، با شروع استخراج لایه ذغال سنگ از پایه های مانع سینه کار و تونل اصلی، یک برش به عرض نگهدارنده قدرتی از ذغال سنگ باز می شود. با پیشروی سینه کار و افزایش دهانه، لایه های سقف شروع به جدایش می کنند و در نهایت سقف تخریب می شود. این فاصله اولین دهانه تخریب سقف بلافاصله نامیده می شود. همین روال برای سقف اصلی نیز وجود دارد که به آن اولین دهانه شکست (تخریب) سقف اصلی گفته می شود.



طبق تحقیقات انجام شده ابعاد فواصل کوچک و بزرگ بارگذاری دوره ای سقف اصلی درارتباط با اولین دهانه شکست سقف اصلی می باشد. دراین تحقیق ازاین اصل برای تخمین ابعاد بلوک های سقف اصلی استفاده شده است. با توجه به رابطه ارائه شده توسط سارکار (sarkar,1997)، دهانه اولین تخریب سقف اصلی از رابطه زیر محاسبه می شود [۵].

$$L_{om} = \sqrt{\frac{2 \cdot h_m(t_m)}{\gamma_m}} \quad (3)$$

$L_{om}$ : اولین دهانه تخریب سقف اصلی (متر)،

$h_m$ : ضخامت سقف اصلی (متر)،

$t_m$ : مقاومت کششی سنگ سقف اصلی (کیلوگرم بر سانتیمتر مکعب)،

$\gamma_m$ : وزن مخصوص سنگ سقف اصلی (تن بر متر مکعب).

بر طبق تحقیقات انجام شده توسط پنگ و همکاران (Peng and etal) اولین دهانه تخریب سقف اصلی طبق رابطه زیر با فاصله بارگذاری دوره ای کوچک و فاصله بارگذاری دوره ای بزرگ سقف اصلی ارتباط دارد [۲].

$$L_{p1} = \frac{1}{3} L_{om} \quad (4)$$

$$L_{p2} = \frac{2}{3} L_{om} \quad (5)$$

$L_{p1}$ : فاصله بارگذاری دوره ای کوچک (متر)

$L_{p2}$ : فاصله بارگذاری دوره ای بزرگ (متر).

برای محاسبه اولین دهانه تخریب سقف اصلی باید ارتفاع سقف اصلی مشخص باشد. ارتفاع سقف اصلی را می توان از فرمول ارائه شده توسط پیگوت و اینان براساس تحقیقات انجام شده برای محاسبه حداکثر ارتفاع قوس فشار که بر روی نگهدارنده قدرتی بار اعمال می کند، تخمین زد. درواقع ضخامت سقف اصلی برابر با ارتفاع حداکثر قوس فشار در تئوری قوس فشار فرض شده است. فرمول ارائه شده برای محاسبه حداکثر ارتفاع قوس فشار طبق رابطه پیگوت و اینان (Pigot and Inan 1986) به شکل زیر است [۶].

$$H_m = \frac{1.5H}{\left[ \frac{\gamma_s}{\gamma_b} - 1 \right]} \quad (6)$$

$H_m$ : ضخامت سقف اصلی (متر)،



$H$ : ضخامت لایه ذغال سنگ (متر)،

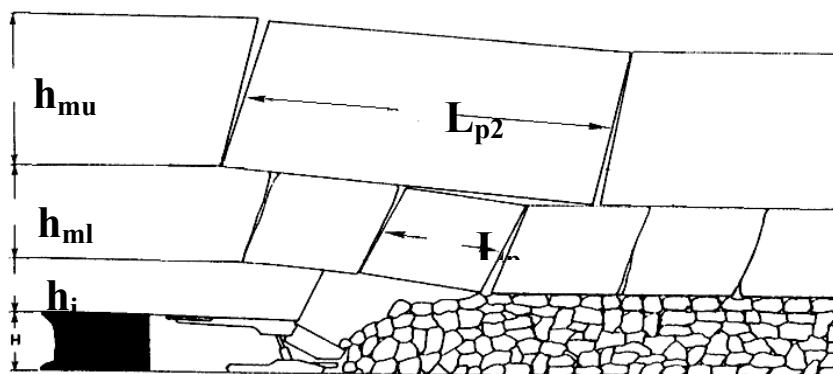
$\gamma_s$ : وزن مخصوص ریزشی سنگ سقف اصلی (تن بر متر مکعب)،

$\gamma_b$ : وزن مخصوص برج سنگ سقف اصلی (تن بر متر مکعب).

تا این مرحله برای محاسبه ابعاد بلوک های شکسته شده سقف اصلی بر اساس روابط ارائه شده (۴)، (۵) و (۶) می توان طول این بلوک ها را تخمین زد. عرض این بلوک ها که بر روی نگهدارنده قدرتی بار اعمال می کند معمولاً برابر با عرض نگهدارنده قدرتی در نظر گرفته می شود. اگر بارگذاری در دومرحله اتفاق افتد، طول بلوک هائی که بر روی نگهدارنده قدرتی بار اعمال می کند، همانطور که گفته شد از رابطه (۴) محاسبه می شود. اما اگر بارگذاری دوره ای در دو مرحله اتفاق افتد، باید ابعاد بلوک های کوچک و بزرگ را که بترتیب سبب بارگذاری دوره ای کوچک و بزرگ می شوند محاسبه نمود. آنگاه طول بلوک های کوچک و بزرگ از رابطه (۴) و (۵) محاسبه می شوند. ارتفاع این بلوک ها در صورتیکه بارگذاری دوره ای در دومرحله اتفاق افتد، با توجه به اینکه سقف اصلی به دو بخش بالائی و پائینی تقسیم می شود، نیز باید محاسبه شوند. [شکل ۲].

برای محاسبه ارتفاع بخش بالائی و بخش پائینی سقف اصلی بر اساس مطالعات انجام شده توسط پنگ و همکاران (Peng and etal, 1894) و اندازه گیری هائی که در سینه کارهای جبهه کار بلند انجام شده است، می توان ارتفاع بخش بالائی سقف اصلی به ارتفاع بخش پائینی را برابر با نسبت بین طول بلوک های بخش بالائی به پائینی فرض کرد. بر طبق آنچه شرح داده شد رابطه زیر بین ارتفاع بلوک های بخش بالائی سقف اصلی به بخش پائینی برقرار است [۵].

$$\frac{h_{mu}}{h_{ml}} = \frac{L_{p2}}{L_{p1}} \quad (7)$$



شکل ۲- ارتفاع و ابعاد بلوک های شکسته شده سقف اصلی و نحوه بارگذاری دوره ای [۲].



$h_{mu}$ : ارتفاع بخش بالائی سقف اصلی (متر)،

$h_{ml}$ : ارتفاع بخش پائینی سقف اصلی (متر)،

$L_{p1}$ : فاصله بارگذاری دوره ای کوچک (طول بلوک های بخش پائینی سقف اصلی) (متر)،

$L_{p2}$ : فاصله بارگذاری دوره ای بزرگ (طول بلوک های بخش بالائی سقف اصلی) (متر).

از آنجائی که مجموع ارتفاع بلوک های بخش بالائی و پائینی برابر با ارتفاع سقف بلافاصله است بنابراین رابطه زیر نیز برقرار است.

$$h_{mu} + h_{ml} = H_m \quad (۸)$$

$h_{mu}$ : ارتفاع بخش بالائی سقف اصلی (متر)

$h_{ml}$ : ارتفاع بخش پائینی سقف اصلی (متر)

$H_m$ : ضخامت سقف اصلی (متر).

با توجه به اینکه ابعاد بلوک های بخش پائینی و بالائی سقف اصلی تخمین زده شد با محاسبه حجم این بلوک ها، می توان وزن این بلوک ها را با توجه به وزن مخصوص سنگ سقف اصلی محاسبه نمود.

تحقیقات نشان می دهد که وزن بلوک های بخش پائینی سقف اصلی به طور کامل بر روی نگهدارنده قدرتی اعمال نمی شود [شکل ۲]. بنابراین پس از محاسبه ابعاد بلوک ها و وزن بلوک ها، برای تخمین میزان باری که این بلوک ها بر روی نگهدارنده قدرتی اعمال می کنند، طبق تحقیقات انجام شده توسط پنگ، میزان باری که بخش پائینی سقف اصلی بر روی نگهدارنده قدرتی اعمال می کند برابر با وزنی از بخش پائینی سقف اصلی است که طول آن برابر با یک ونیم برابر طول سقف بلافاصله می باشد.

میزان باری که بخش بالائی سقف اصلی اعمال می کند نیز برابر با وزن کل بلوک های بخش بالائی سقف اصلی نمی باشد بلکه درصدی از وزن این بلوک ها بر روی نگهدارنده قدرتی باراعمال می کند که این نسبت  $k$  در نظر گرفته می شود و فاکتور بارگذاری نامیده می شود. آنچه گفته شد در روابط زیر خلاصه شده است [۲].

$$P_{m1} = \left[ (L_i - L_{oh}) + \frac{1}{2} L_{p1} \right] h_{ml} \cdot \gamma_{ml} \cdot W_c \cdot \cos \alpha \quad (۹)$$

$$P_{m2} = k(h_{mu} \cdot \gamma_{mu} \cdot L_{p2} \cdot W_c \cdot \cos \alpha) \quad (۱۰)$$

$P_{m1}$ : بار ناشی از بلوک های بخش پائینی سقف اصلی (بارگذاری دوره ای کوچک) (تن)





$P_{m2}$ : بار ناشی از بلوک های بخش بالائی سقف اصلی (بارگذاری دوره ای بزرگ) (تن)

$k$ : فاکتور بارگذاری (در حالت عادی ۰/۲ در نظر گرفته می شود).

عبارت  $(L_i - L_{oh})$  طول سقف بلافاصله بجز بخشی است که در پشت نگهدارنده قدرتی معلق می ماند. زیرا در واقع طولی از سقف بلافاصله برابر با  $(L_i - L_{oh})$  است که، بخش پائینی سقف اصلی بر روی آن نشست می کند و وزن آن به طور دوره ای بر روی نگهدارنده قدرتی اعمال می شود. [۷].

همچنین  $k$  برابر وزن بلوک های بخش بالائی سقف اصلی بر روی نگهدارنده قدرتی بار اعمال می کند. فاکتور  $k$  بستگی به شدت بارگذاری دوره ای دارد. بر اساس تحقیقات انجام شده توسط پنگ و همکاران در شرایط بارگذاری عادی سقف ضریب  $k$  کمتر از ۰/۵ در نظر گرفته می شود.  $(k < 0.5)$  [۲]. بنابراین میزان بار نهائی وارد بر نگهدارنده قدرتی از طرف سقف اصلی از رابطه زیر بدست می آید.

$$P_m = P_{m1} + P_{m2} \quad (11)$$

$P_m$ : بار ناشی از بارگذاری دوره ای (تن).

بر اساس رابطه (۹)، (۱۰) و (۱۱) میزان بار کل وارد بر نگهدارنده قدرتی از رابطه زیر محاسبه می شود و مدل ارائه شده در فرمول زیر خلاصه می شود [۲].

$$P = \left[ \left( (L_i - L_{oh}) + \frac{1}{2} L_{p1} \right) h_{ml} \cdot \gamma_{ml} \cdot W_c + k (h_{mu} \cdot \gamma_{mu} \cdot L_{p2} W_c) \right] \cos \alpha \quad (12)$$

با توجه به مدل ارائه شده در رابطه (۱۳)، برای محاسبه بار کل وارد بر نگهدارنده قدرتی، ابتدا باید اجزای رابطه (۱۳) که روابط مربوط به آن ارائه شد، محاسبه شود.

### ۳- مطالعه موردی

با توجه به اطلاعات مربوط به یک معدن جبهه کار بلند، اقدام به محاسبه میزان بار دوره ای وارد بر نگهدارنده قدرتی می شود.

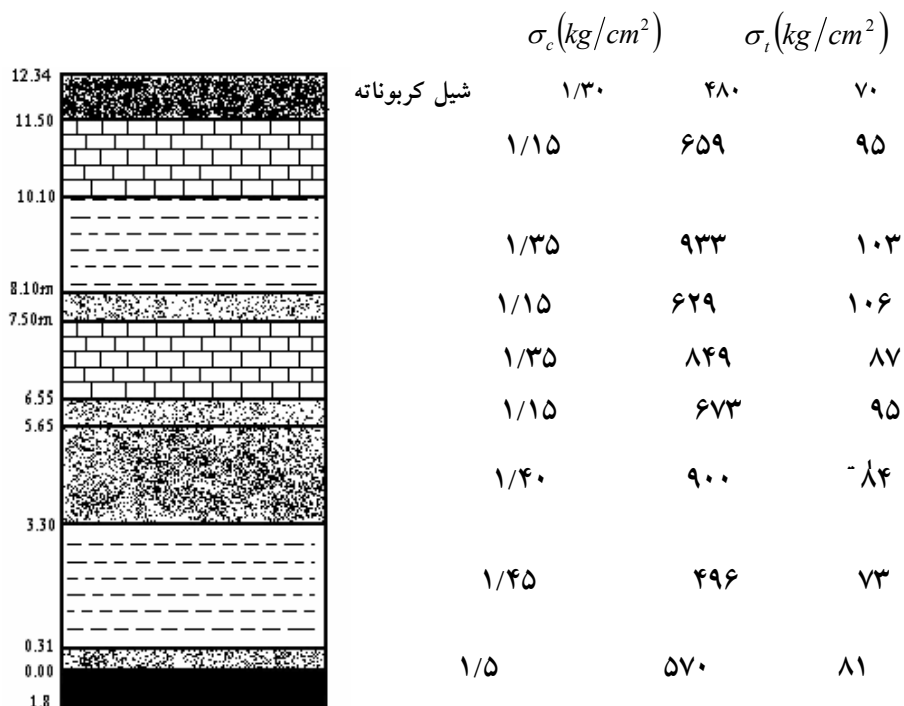
۱/۸ متر

متوسط ارتفاع سینه کار

۳ متر

متوسط طول آسمانه

۱/۵ متر	فاصله داری نگهدارنده های قدرتی
$ton/m^3$ ۲/۵	چگالی متوسط سنگ سقف بلافاصله
۲۰ درجه	شیب سینه کار
۱/۳	متوسط فاکتور تورم سنگ سقف اصلی
۱/۵	متوسط فاکتور تورم سنگ سقف بلافاصله
$Kg/m^2$ ۵۳۰	متوسط مقاومت فشاری سنگ سقف بلافاصله
$Kg/cm^2$ ۹۳	متوسط مقاومت کششی سنگ سقف اصلی
۳/۶ متر	متوسط ضخامت سقف بلافاصله



شکل (۳). خصوصیات سنگ سقف برای مطالعه موردی [۷].



برای تخمین میزان بار ناشی از بارگذاری دوره ای بر روی نگهدارنده قدرتی در ابتدا با توجه به رابطه (۱) وجود یا عدم وجود بارگذاری دوره ای بررسی می شود.

$$N = \frac{3.6}{1.8} = 2$$

با توجه به جدول (۲) مشاهده می شود بارگذاری دوره ای اتفاق خواهد افتاد. برای اطمینان از صحت وقوع بار گذاری دوره ای با استفاده از رابطه (۲) داریم:

$$h_{im} \geq \frac{1.8 - 0.055}{1.3 - 1} = 5.82$$

حداقل ارتفاع لازم برای سقف بلافاصله تا اینکه بارگذاری دوره ای اتفاق نیافتد باید ۵/۸۲ متر باشد. مقدار محاسبه شده برای ارتفاع سقف بلافاصله ۳/۶ متر می باشد. در نتیجه بارگذاری دوره ای اتفاق خواهد افتاد. با توجه به اینکه فاکتور تورم سنگ سقف اصلی در حدود ۱/۳ می باشد. ارتفاع سقف اصلی با استفاده از رابطه (۶) برابر است با:

$$H_m = \frac{1.5 \times 1.8}{1.3 - 1} = 9m$$

با توجه به اینکه متوسط مقاومت کششی سنگ سقف اصلی ۹۳ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع می باشد، در نتیجه دهانه اولین تخریب سقف اصلی با توجه به رابطه (۳) چنین محاسبه می شود:

$$L_{om} = \sqrt{\frac{2 \times 9 \times 93}{2.5}} = 25.87m$$

فواصل بارگذاری دوره ای با توجه به روابط (۴) و (۵) محاسبه می شود:

$$L_{p1} = \frac{25.87}{3} = 8.62m$$

$$L_{p2} = \frac{2 \times 25.87}{3} = 17.25m$$

با توجه به روابط (۷) و (۸) ارتفاع بخش پائینی و بالائی چنین محاسبه می شود:

$$\frac{h_{ml}}{h_{mu}} = \frac{8.62}{17.25}$$

$$h_{mu} + h_{ml} = 9$$

$$h_{mu} = 6m$$

بار وارد از بخش پائینی و بالائی سقف بلافاصله با استفاده از رابطه (۷) و (۸) برابر است با:



$$P_{m1} = \left( (6.26 - 1.12) + \frac{1}{2} \times 8.62 \right) \times 3 \times 2.5 \times 1.5 \times \cos 20 = 99.9 \text{ ton}$$

$$P_{m2} = 0.2(6 \times 2.5 \times 17.25 \times 1.5 \times \cos 20) = 72.9 \text{ ton}$$

بارناشی از بارگذاری دوره ای وارد بر نگهدارنده قدرتی برابر است با :

$$P_m = 99.9 + 72.94 = 172.84 \text{ ton}$$

#### ۴- نتیجه گیری

محاسبه بار دوره ای وارد بر سقف کارگاه جبهه کاربلند جهت انتخاب نگهدارنده قدرتی با ظرفیت مناسب ضروری است. مدل ارائه شده با در نظر گرفتن فرضیاتی، مقدار بارگذاری دوره ای وارد بر سقف کارگاه جبهه کار بلند را تخمین می زند. تخمین میزان بار دوره ای وارد بر سقف کارگاه جبهه کار بلند با استفاده روابط تجربی انجام می شود. مقایسه مقادیر محاسبه شده فواصل بارگذاری دوره ای توسط روابط ارائه شده با مقادیر واقعی، نشان می دهد که روابط ارائه شده با دقت خوبی فواصل بارگذاری دوره ای را محاسبه می کند. محاسبه مقادیر فواصل بارگذاری دوره ای با دقت مناسب، جهت محاسبه میزان بارگذاری دوره ای لازم است.

#### ۵- منابع

- [1]. Yoginder.P, Chugh, 1982, "State-of-the-art of ground control in longwall mining and mining subsidence".
- [2]. S.S.Peng, 1987, "Coal mine ground control", John willy& Sons
- [3]. S.S.Peng, 1984, "Longwall mining", John willy& Sons
- [4]. S.S.Peng, H.S.Chiang, and D.F.Lu,1994 "Roof behavior and support requirement for the shield support longwall faces".
- [5]. Sarkar.S.K, 1997 "Ground control in mining", John willy& Sons
- [6]. S.K.Das, 1996, " Determination of optimum capacity of Powered Roof Supports in the longwall face under the worked out area, SME transaction,1996 ,No. 300,66-73.
- [7]. Deepak. Dutta (mar 1986), "Longwall face support design -A micro computer model", Journal of mines,metals& fuels, Mar 19