



## اولین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور

### دانشگاه صنعتی اصفهان

گزارش مرحله مقدماتی اولین دوره مسابقات سراسری ریخته‌گری دانشجویان کشور

شماره سوال	۲
نام تیم شرکت کننده	بارثاوا
نام دانشگاه	آزاداسلامی واحد مشهد
نام سرپرست تیم	وحید کشک زری
شماره تلفن همراه	۰۹۳۵۶۸۶۰۹۹۸
پست الکترونیک	Ali.kashkezare85@gmail.com

لطفا در این قسمت چیزی ننویسید.	
کد گروه	CODE 1001

pdfMachine

A pdf writer that produces quality PDF files with ease!

Produce quality PDF files in seconds and preserve the integrity of your original documents. Compatible across nearly all Windows platforms, simply open the document you want to convert, click "print", select the "Broadgun pdfMachine printer" and that's it! Get yours now!

## ۱- خلاصه طرح (یک صفحه به علاوه نقشه های مربوطه)

• نوع و جنس مدل: نوع مدل پره ای ماهیچه داروبه صورت دوتکه میباشد و جنس مدل آلومینیوم، وجعبه

ماهیچه نیز آلومینیومی انتخاب شد. که به دلیل تقارن باماهیچه پره تنها از یک جعبه ماهیچه استفاده

میشود.

درجه نیز به ابعاد  $25 \times 25 \times 15$  و جنس قالب از ماسه سیلیسی با چسب سیلیکات سدیم انتخاب شد.

سیستم راهگامی به صورت غیر فشاری و از مواد آگزوترم جهت افزایش راندمان تغذیه استفاده شد.

جنس مبرد خارجی نیز از گرافیت جهت افزایش انتقال حرارت و انجماد جهت دار استفاده شد.

از نرم افزار شبیه ساز **procast** جهت آنالیز دقیق حرارتی استفاده شد.

• بعد از ذوب و بدست آمدن دمای فوق ذوب لازم گاززدایی با قرص دگازور انجام شده و سپس مواد جوانه زا و به ساز قبل

از بارریزی انجام میشود. {۳}

با توجه به آلیاژ ریختگی (A356) نقطه ذوب این آلیاژ  $613-557$  درجه سانتی گراد می باشد که این فاصله کم نشان دهنده آن

است که آلیاژ، انجماد جهت دار و پوسته ای دارد. که با توجه به ضخامت قطعه مقدار فوق ذوب برای این آلیاژ  $735^{\circ}\text{C}$  میباشد. {۲}

نرخ میانگین سرعت بارریزی نیز توسط نمودار محاسبه شد که مقدار آن  $0.18\text{kg/s}$  میباشد. {۱}

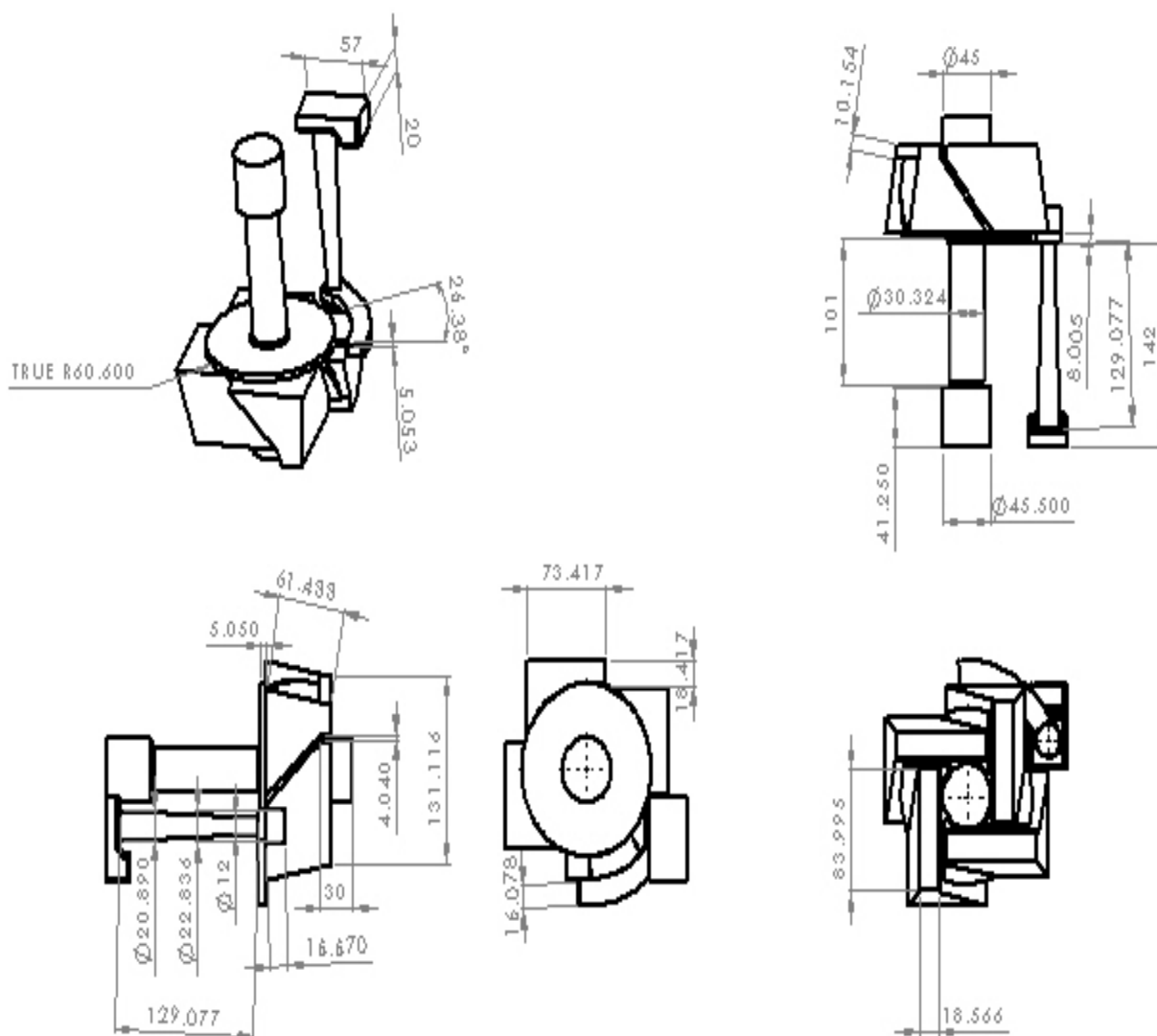
## مراجع:

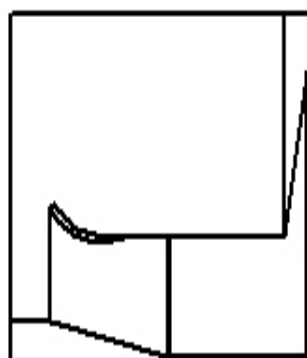
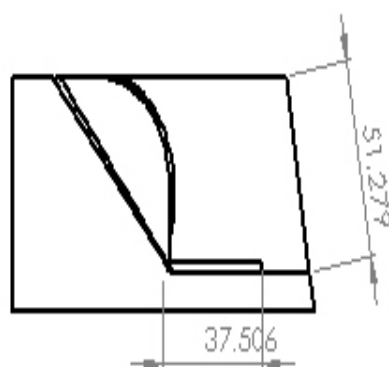
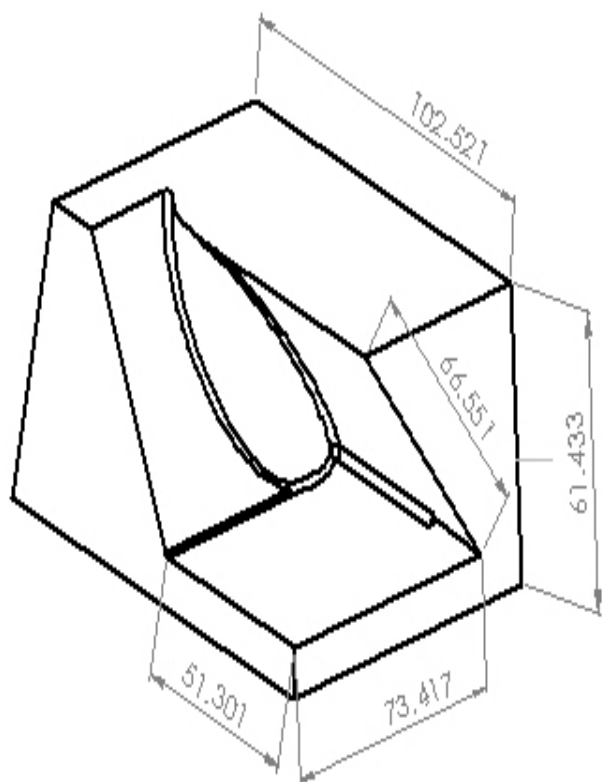
{۱} ریخته گری پیشرفته (جلد اول)، م.ع. بوتراپی، ص. بالی، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران- چاپ

چهارم ۱۳۸۹

[2] ریخته گری آلیاژهای غیر آهنی ..... مهندس بابازاده

{۳} آلومینیوم، اردشیر طهماسبی، چاپ دوم ۱۳۸۵





## ۲- جزئیات طراحی اجزاء مدل و قالب (حداکثر ۳ صفحه به علاوه نقشه ها، تصاویر و نمودارهای موردنیاز)

- جهت طراحی مدل از مدل ماهیچه دار (ریشه ماهیچه) استفاده شد؛ تا بتوان شکل کلی فضای پره را با استفاده

از ماهیچه ایجاد نمود و با استفاده از ریشه ماهیچه به راحتی ماهیچه را داخل فضای قالب جهت جلوگیری

از حرکت ماهیچه ناشی از وزن مذاب قرارداد. {۳}

طبق اصول طراحی و ساخت مدل، شیب مدل جهت خارج کردن مدل از قالب و filet کردن قسمت هایی

از مدل جهت حذف نقاط ولبه های تیز مدل انجام شد تا باعث جلوگیری از عیب لب گردی و کشیدگی حاصل

از ریخته گری که به دلیل تماس یک قسمت نازک از قطعه با قسمت حجیم رابا عت میشود، گردد. {۳}

- به دلیل تقارن پره ها نسبت به یکدیگر تنها از یک جعبه ماهیچه جهت ساخت ماهیچه و قرارگیری

ماهیچه در داخل حفره قالب استفاده شد.

- جهت جلوگیری از آویز بودن ماهیچه در درجه فوقانی و با توجه به نیروی ثقلی مذاب پره ها را در لنگه

پایینی و شافت و صفحه را در لنگه بالایی در نظر میگیریم. (محل سطح جدایش) و با توجه به اینکه پره هایی

با ضخامت تقریبی 4mm در اتصال با استوانه به قطر 50mm به عنوان پرک هایی جهت افزایش سرعت

سرد شدن عمل میکنند، بنابراین استفاده از این نیم صفحه مدل در قسمت فوقانی قالب به دلیل

ایجاد اشکال در جبهه انجماد مذاب و امکان تشکیل حفره انقباضی در قسمت میانی قطعه و عدم امکان

استفاده صحیح از مبرد استفاده از این نیم صفحه در قسمت فوقانی قالب صحیح نمی باشد.

شکل کلی جعبه ماهیچه و مدل در شکل 1-1 نشان داده شده است.

- با توجه به آلیاژ ریخته‌گری از سیستم راهگامی غیر فشاری استفاده گردیده است که تا حد ممکن از ایجاد تلاطم و اغتشاش که

منجر به تشکیل لایه های اکسیدی سطحی و حباب های گازی و در نتیجه آن کاهش خواص مکانیکی میشود اجتناب

گردد. {۱}

سطح راهبار مطابق شکل انتخاب و با استفاده از یک سیستم شلاکه گیر در انتهای راهبار و قرار دادن فیلتر در راهبار

از ورود اکسیدهای سطحی و مواد قالب جلوگیری می‌کنیم. {۱}

به دلیل جلوگیری از اتصال گرم در فصل مشترک قطعه-راهبار و مشکلات ناشی از جدا کردن راهبار از سطح قطعه

راهبار را هم ضخامت با صفحه 5mm انتخاب شد. {۱}

سیستم راهگاهی با استفاده از نمودار گرام شکل (۱.۲) زیر طراحی شد.

جهت محاسبه سرعت پر کردن متوسط از نسبت وزن قطعه بر زمان پر کردن استفاده می‌کنیم.  $(t:7s \text{ و } w:1.26kg)$  «دبی

یا سرعت پر کردن:  $0.18kg/s$

باتوجه به اینکه ارتفاع راهگاه عمودی و سطوح مقاطع ورودی و خروجی به سرعت ریختن مذاب ارتباط مستقیم

دارد بنابراین نسبت سطح راهبار نصف سطح راهبار و نسبت سطح خروجی راهبار به راهگاه ۲ می‌باشد. (نمودار گرام ۱.۲)

از حوضچه پای راهگاه جهت جلوگیری از تلاطم سطحی و ورود هوا به داخل راهبار باراندمان مطلوب، به طوریکه

قطر آن دو برابر قطر خروجی راهگاه و عمق آن دو برابر عمق راهبار می‌باشد، استفاده شد. (شکل ۱.۳) {۱}

در حالت کلی لزوم سیستم راهگاهی جبران کمبود حجم مذاب ناشی از انقباض را نمی‌کند، بنابراین برای جبران انقباض

ناشی از انجماد، تغذیه خود را باراندمان ۳۰٪ و استفاده از مواد عایق و گرمازا انجام می‌دهد. {۲}

• طبق محاسبات به عمل آمده و فایل شبیه سازی شده باتوجه به انجماد پوسته ای آلیاژ مورد استفاده نیاز میرم به تغذیه

در قسمت شافت احساس شد. لازم به ذکر است که تغذیه به صورت روباز طراحی گردیده و همچنین جهت بهبود باراندمان

از مواد آگروترم استفاده گردید .

همچنین با کاهش شیب مدول با نسبت (1:1.1:1.2) بین قطعه و تغذیه با استفاده از قرار دادن گلولی، از ایجاد مشکلات ناشی شده

در مرحله برش و اتصال گرم و در نتیجه آن تشکیل حفرات ریزانقباضی در فصل مشترک قطعه-تغذیه جلوگیری می‌کنیم. {۲}

- همچنین جهت ایجاد انجماد جهت دایره سمت تغذیه و حذف مکهای انقباضی در محوریت پره‌ها (مراجعه به فایل شبیه سازی شده بدون استفاده از مبرد) از مبرد خارجی در قسمت تحتانی قالب استفاده میکنیم تا مدول قطعه ریخته‌گری کاهش یافته و تغذیه و وظیفه خود را به خوبی انجام دهد.

## روابط و نمودارها و مراجع

$$MC = \frac{V_c}{A_c} = \frac{292931}{62089} = 4.72$$

مدول قطعه {۱}

چون  $MC$  بزرگتر از یک است قطعه به تغذیه نیاز دارد.

$$Mr = 1/2 MC = 1/2 * 4.72 = 5.66$$

مدول تغذیه {۲}

اگر میزان انقباض آلومینیوم  $\alpha : 7\%$  و با احتساب مواد اکزوترم و عایق، راندمان  $\varepsilon : 30\%$  باشد داریم {۲}؛ (حجم

قطعه  $V_c = 292318$ )

$$0.30 v_r = 0.07 (v_r + v_c) \Rightarrow (0.30 \div 0.07) v_r = v_r + v_c \Rightarrow v_r = v_c \div ((0.30 \div 0.07) - 1) \Rightarrow v_r = 88966 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$\Rightarrow v_r = (\pi d^2 \div 4) H \Rightarrow v_r = (\pi d^2 \div 4) 1.2d \Rightarrow v_r = 45.53 \text{ mm}^3, H = 1.2d \Rightarrow H = 54.63 \text{ mm}$$

ارتفاع گلولی  $0.06D$ ، قطر گلولی  $0.25D$  میباشد.

نکته: ابعاد سیستم راهگاهی با استفاده از نمودار محاسبه شد.

## • مراجع:

{۱} ریخته‌گری پیشرفته (جلد اول)، م.ع. بوتراپی، ص. بالی، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران- چاپ

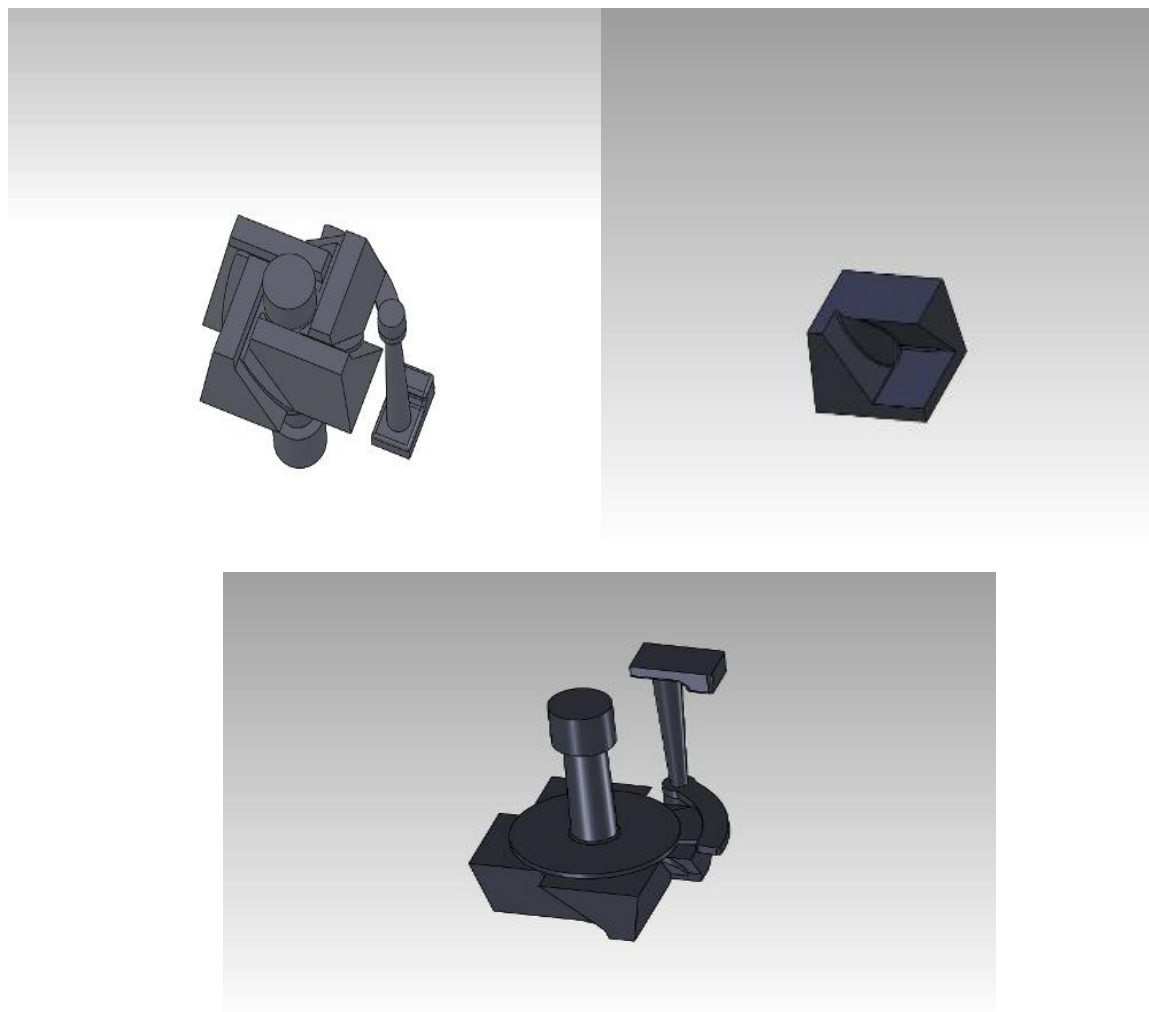
چهارم ۱۳۸۹

{۲} ریخته‌گری پیشرفته (جلد دوم)، م.ع. بوتراپی، ص. بالی، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران- چاپ

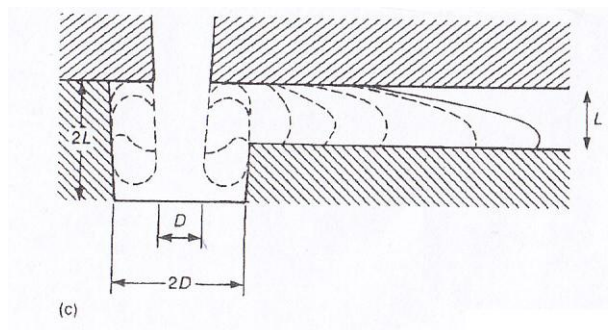
سوم ۱۳۸۹

{۳} طراحی و ساخت مدل‌های ریخته‌گری، م. عبدالله ولی نژاد، چاپ سوم ۱۳۸۴

شکل 1-1

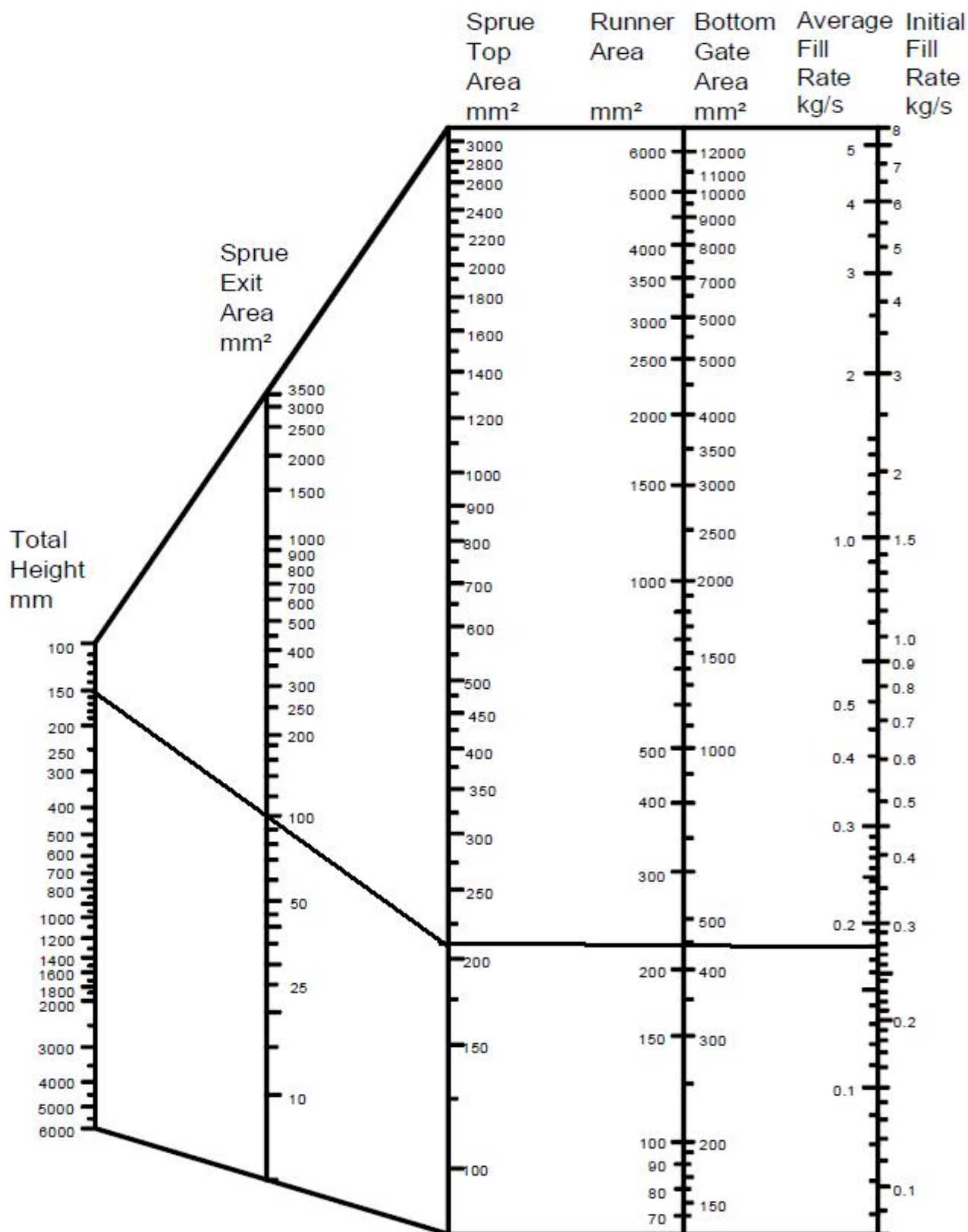


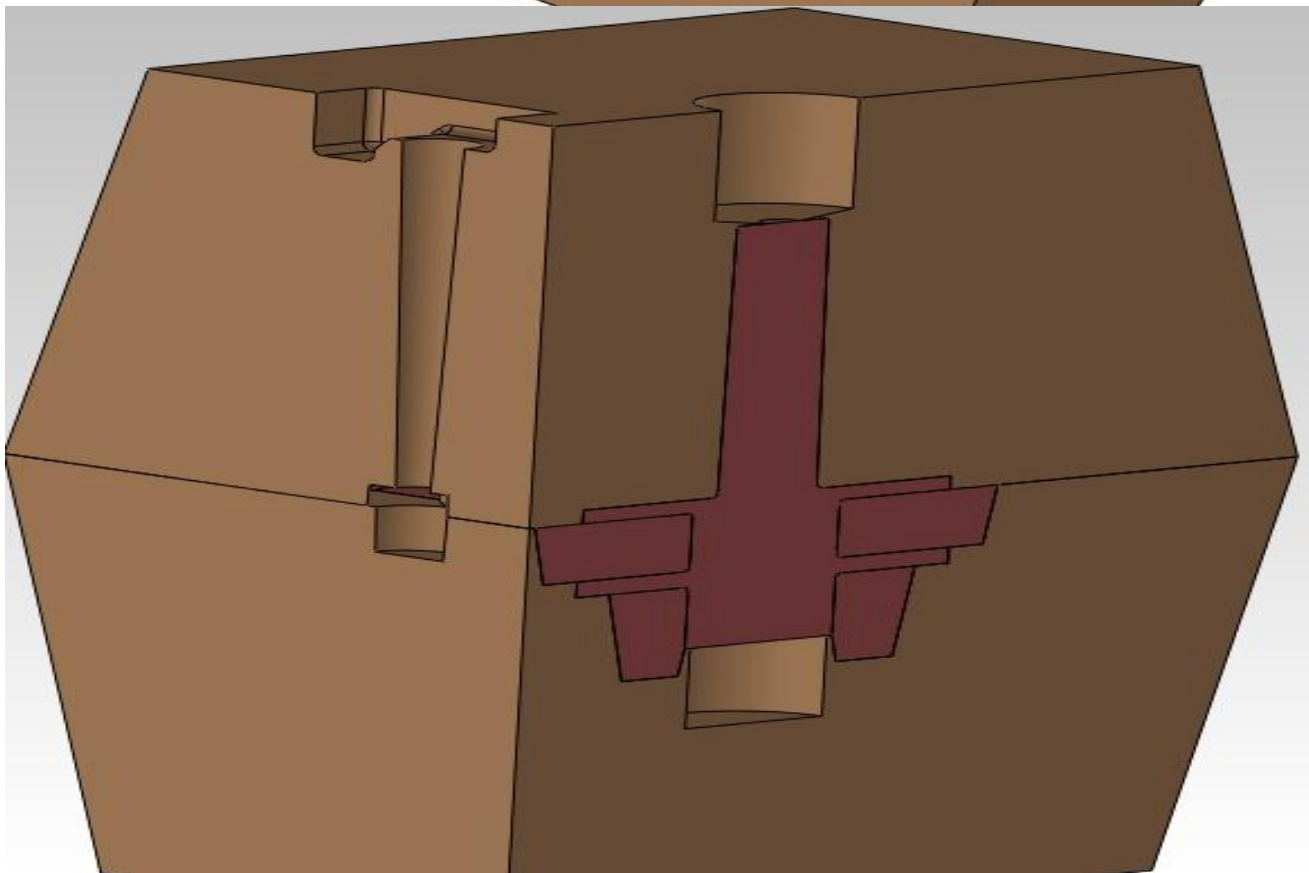
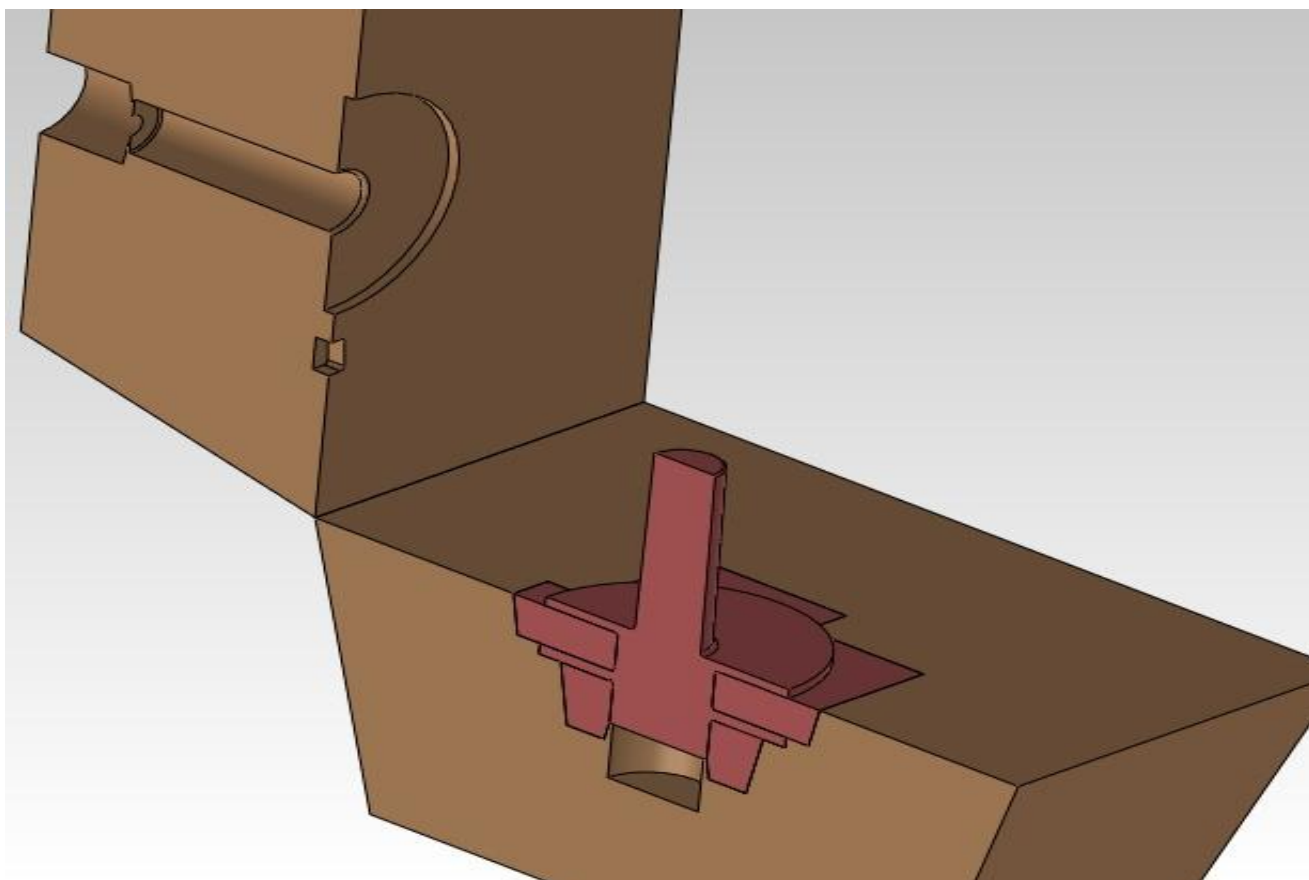
شکل 1-3

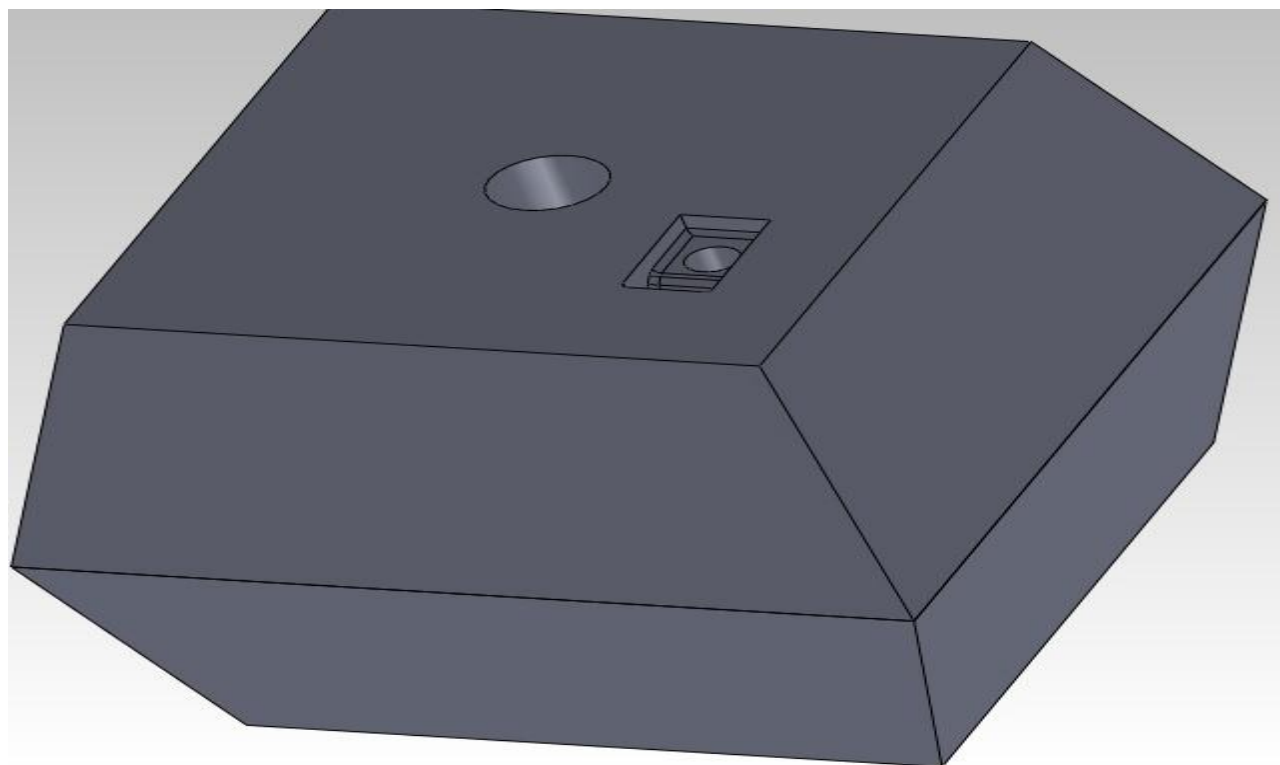
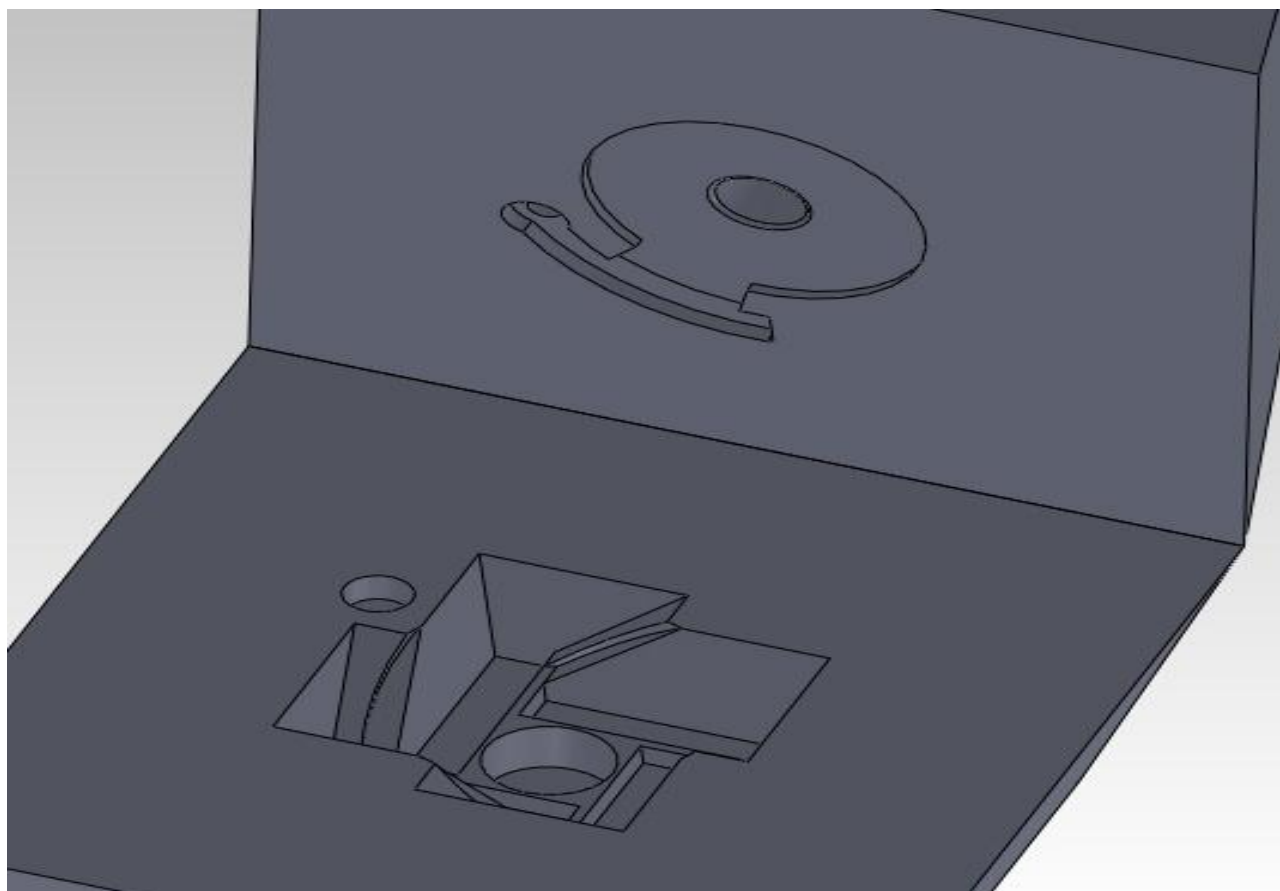




شکل 1-2







### ۳- عملیات مدل‌سازی، قالبگیری و ماهیچه سازی (حداکثر ۲ صفحه به علاوه جداول و نمودارهای مورد نیاز)

قبل از تولید قطعه ریخته گری باید بایده طراحی و ساخت مدل انجام شده تا امکان قالبگیری و تولید قطعه ریخته گری وجود داشته باشد. در طراحی مدل باید عواملی همچون: تعداد قطعات تولیدی، دقت ابعادی، نوع قالبگیری، ابعاد درجه و ظرافت و پیچیدگی شکل و اندازه قطعه ریخته گری مدنظر قرار گیرد. {۳}

- باتوجه به اینکه مدل های چوبی استحکام کافی (خصوصاً در ضخامت های نازک) در هنگام قالبگیری و جابجایی ندارند و همچنین جهت افزایش دقت ابعادی، کیفیت سطحی مدل و در نتیجه قالب، از مدل آلومینیوم استفاده شد.
  - باتوجه به اینکه ضخامت پره تنها 4mm می باشد، بنابراین قالبگیری و خارج کردن مدل از قالب بدون استفاده از ریشه ماهیچه امکان پذیر نمی باشد که در نتیجه آن نیاز به جعبه ماهیچه نیز جهت ساخت ماهیچه و پر کردن فضای قسمتی از قالب که توسط ریشه ماهیچه تعبیه گردیده ضروری است.
  - باتوجه به اینکه استفاده از ماسه سیلیسی طبیعی قابلیت عبور گاز کمتر و ناخالصی بیشتری نسبت به نوع مصنوعی دارد در قالبگیری مدل از ماسه سیلیسی مصنوعی با عدد ریزی (AFS62) و چسب سیلیکات سدیم استفاده می کنیم تا از واکنش بیشتر مذاب آلومینیم با رطوبت حاصل از ماسه و تشکیل مک های گازی و اکسید سطحی اجتناب شده و باعث افزایش کیفیت سطحی، مقاومت مکانیکی قطعه نهایی و کاهش مراحل ترمیم قالب شود. {۱}
- باتوجه به شکل (4-1) هرچه عدد ریزی ماسه بیشتر باشد نفوذ پذیری و قابلیت عبور گاز کاهش می یابد.
- باتوجه به عدد ریزی ماسه در فرآیند قالبگیری و ماهیچه سازی معمولاً مقدار 3.7 درصد چسب سیلیکات سدیم به همراه 0.5 درصد آب جهت اتصال و چسبندگی مناسب خاک رس با ماسه سیلیسی و افزایش قابلیت عبور گاز، با ماسه مخلوط میشود که در نهایت پس از مخلوط و متراکم شدن در قالب یا ماهیچه، گاز CO<sub>2</sub> دمیده میشود تا سیلیس ژلاتینی حاصل شده و اتصال ذرات ماسه را انجام دهد. {۱}

شکل شماره (5-1) ارتباط عدد ریزی و مقدار بهینه چسب سیلیکات سدیم را نشان میدهد.

افزایش مقدار آب نیز به دلیل پر شدن فضای خالی ماسه باعث کاهش قابلیت عبور گاز و کاهش استحکام قالب میشود. شکل (6-1)

به منظور افزایش مقاومت در برابر نفوذ مذاب در قالب از اندود قالب (دوغ آب سرامیکی) به عنوان پوشش جهت پُر کردن فضای بین دانه های ماسه و همچنین جلوگیری از نفوذ فلز مذاب در فصل مشترک قالب-ماسه و عدم تشکیل پلیسه استفاده میشود. لازم به ذکر است که بعد از پوشش قالب خشک میشود. {۱}

باتوجه به اینکه استفاده از مبردهای داخلی به دلیل وجود مشکلات ناشی از فیلم اکسیدی توصیه نمیشود، بنابراین از مبرد خارجی استفاده شد. {۲}

باتوجه به اینکه استفاده از مبرد با ضخامت محدود پس از اندکی از گرما اشباع شده و دیگر نمیتواند حرارتی را جذب نماید بنابراین مقدار حرارتی که مبرد میتواند جذب نماید بر اساس ظرفیت گرمایی آن میباشد، در نتیجه مبردهای مسی بسیار مؤثرتر از مبردهای آهنی عمل میکنند. {۲}

• محاسبات شفاف در رابطه با راندمان ریخته گری {3}:

جهت محاسبه راندمان ریخته گری، نسبت حجم قطعه نهایی به حجم قطعه ریخته گری (با احتساب سیستم راهگاهی و تغذیه) را محاسبه میکنند.

$$(v_c \div v_t) \times 100 = (292931 \div 606827) \times 100 = 48\%$$

• مراجع:

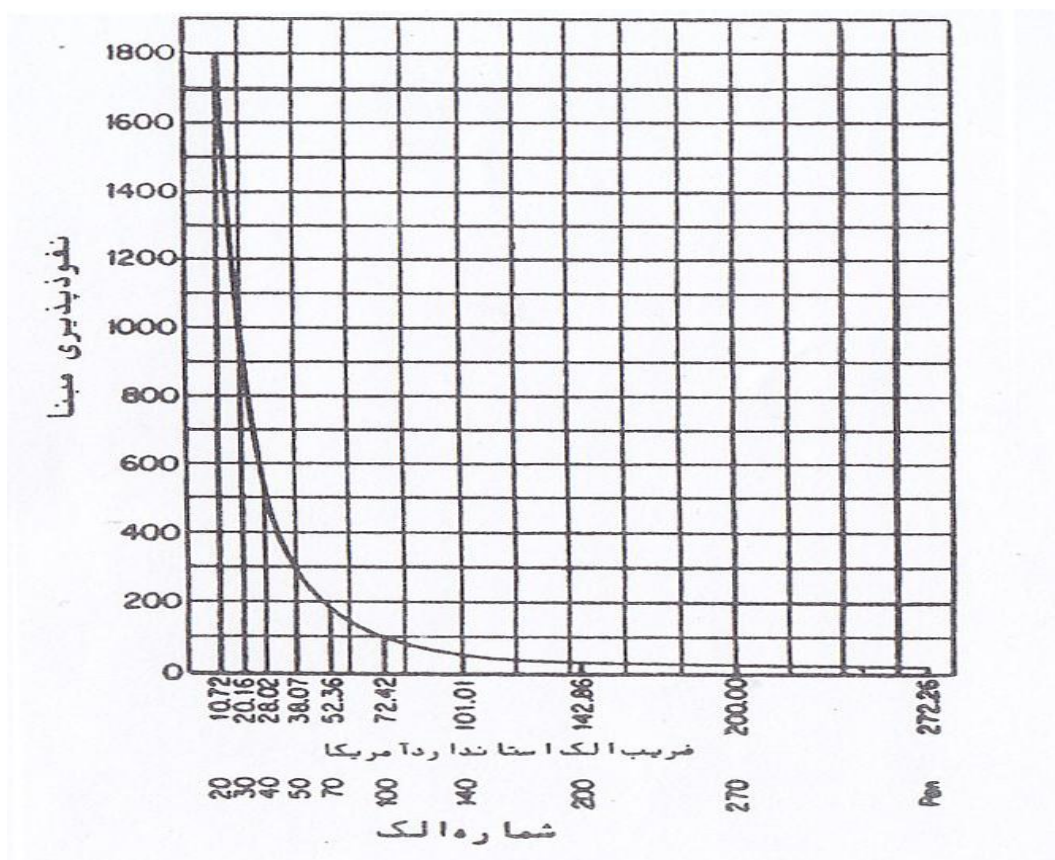
{۱} مواد قالبگیری برای ریخته گری فلزات، محمدحسین فتحی، چاپ چهارم ۱۳۸۰

{۲} ریخته گری پیشرفته (جلد دوم)، م.ع. بوتراپی، ص. بالی، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران- چاپ سوم ۱۳۸۹

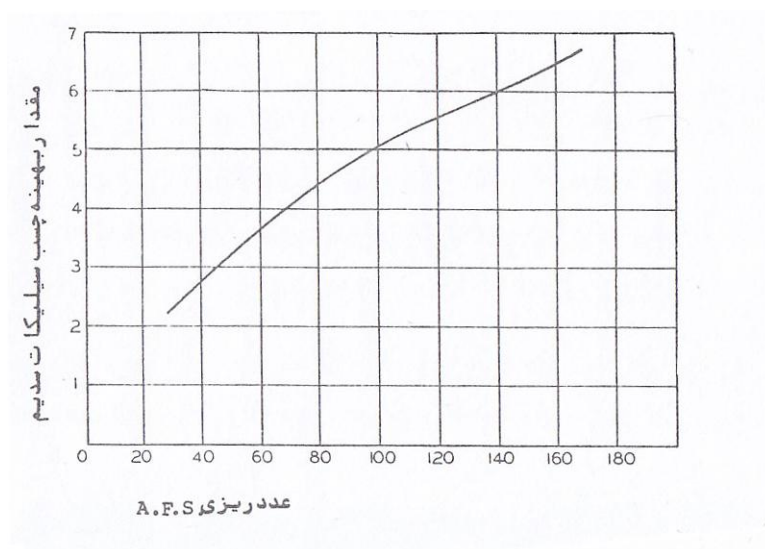
{۳} اصول ریخته گری فلزات، پیروز مرعشی، امیر عابدی، چاپ اول ۱۳۸۹

شکل 1-4

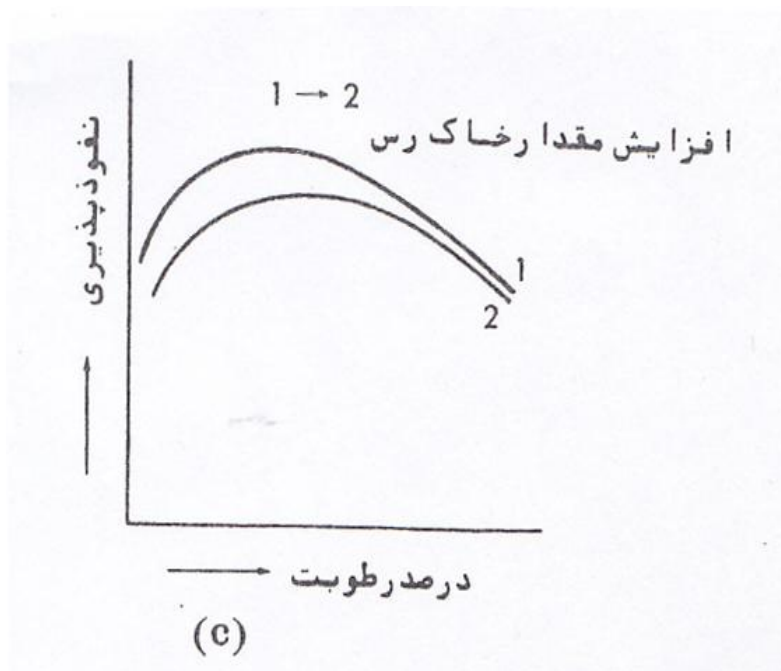




شکل 1-5

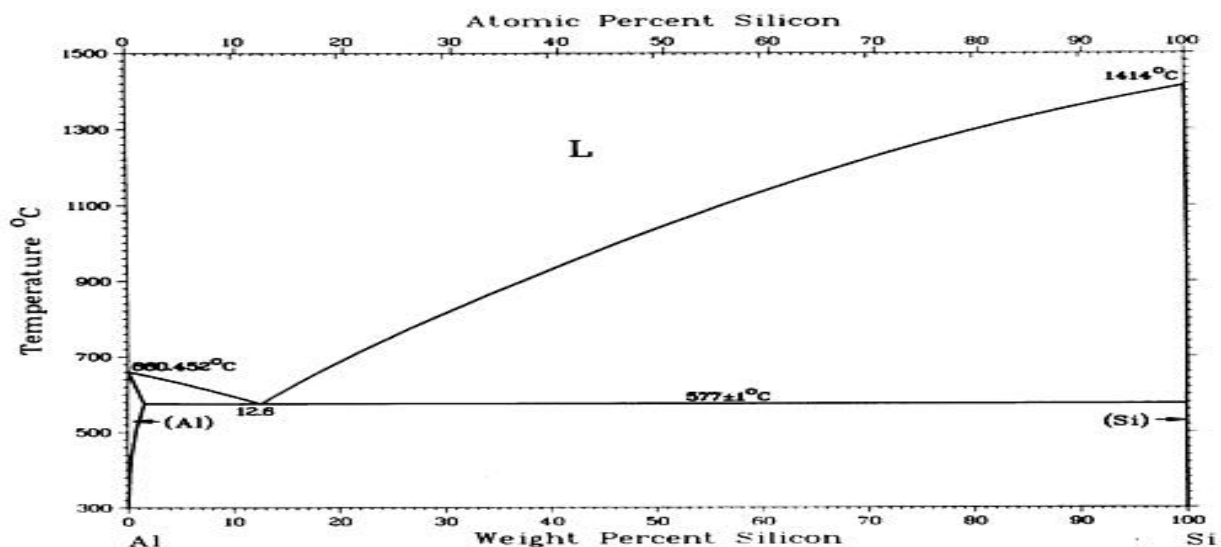


شکل 1-6



#### ۴- شرایط عملیات ذوب و ریخته‌گری (حداکثر ۲ صفحه به علاوه جداول و نمودارهای مورد نیاز)

با توجه به آلیاژ ریختگی (A356) و درصد سیلیسیم در این آلیاژ و نیز با مراجعه به نمودار تعادلی این دو عنصر می‌توان مشاهده کرد که رنج دمایی انجماد در حدود ۵۰ تا ۶۰ درجه سانتی گراد می‌باشد. ۶۱۳-۵۵۷ درجه سانتی گراد نقطه ذوب این آلیاژ می‌باشد که این فاصله کم نشان دهنده آن است که آلیاژ، انجماد جهت دار و پوسته‌ای دارد.



آلیاژ Al - Si از سیالیت بسیار خوبی برخوردار است و به همین دلیل می‌توان روش‌های مختلف ریخته‌گری برای تولید قطعات استفاده کرد. این قابلیت باعث شده است که از آن به فراوانی برای تولید قطعات نازک استفاده شود. [2]

سرعت بارریزی باتوجه به اینکه توسط سطح مقطع خروجی راهگاه کنترل میشود 0.18kg/s انتخاب شده که تا حد امکان از اغتشاش و تشکیل حباب و اکسیدهای سطحی جلوگیری شود. {۱}

دمای بارریزی باتوجه به دامنه انجماد و ضخامت مقطع مدل در حدود ۷۳۵ درجه سانتیگراد با استفاده از شبیه‌سازی انتخاب شد.

(شکل 5-1)

باتوجه به شکل دامنه انجماد بین 560-620 درجه سانتیگراد میباشد.

گازهای محلول در مایع بعد از انجماد به دلیل تنش سطحی مذاب و عدم امکان خروج کامل به صورت حبابهایی با اندازه‌های مختلف در قطعه ریخته شده باقی می‌مانند که خواص مکانیکی و وزن مخصوص قطعه را شدیداً کاهش می‌دهند در مورد ذوب آلیاژهای آلومینیوم، هیدروژن تنها گاز است که به صورت محلول در مایع و حباب در جامد ظاهر می‌گردد و از این رو عملیات گاززدایی (هیدروژن زدایی) در ذوب آلومینیوم و آلیاژهای آن از اهمیت خاص برخوردار است. {۲}



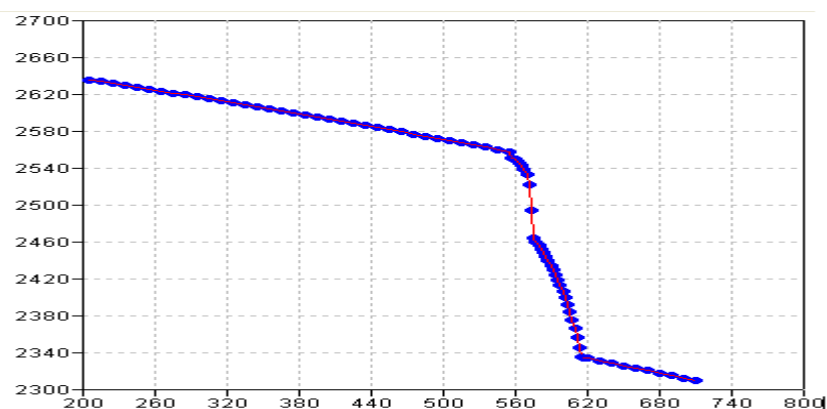
بنابراین قبل از اضافه نمودن مواد جوانه زاویه‌سازی از قرص دگازور جهت گاززدایی استفاده می‌کنیم. {۲}

بایستی توجه داشت که اعمال دگازین و فلاکسینگ همواره قبل از ظریف کردن با سدیم انجام می‌گیرد.

برای انجام عمل دگازین و خروج ترکیبات غیر فلزی کلروره از مذاب بر اساس رابطه استوک، ۵ دقیقه اختلاف بین زمان ریختن و عمل گاززدایی الزامیست. {۲}

استفاده از سدیم فلزی و نمکهای سدیم برای عمل ریز کردن دانه ها و ظریف کردن ساختار مورد استفاده قرار می‌گیرد. درجه ظریف کردن ساختار بستگی به میزان سیلیسیم سرعت انجماد دارد. برای ریخته‌گری در قالبهای ماسه ای که سرعت سرد کردن بسیار کمتر از قالبهای فلزی می‌باشد مقدار سدیم بیشتری نیاز است تا یک ساختار با دانه های ریز به دست آید. برای ظریف کردن ساختار در قطعات ریخته‌گری در ماسه می‌بایست سدیم باقی مانده به اندازه ی ۰.۰۱۵ - ۰.۰۲٪ باشد.

شکل 5-1



منابع:

{۱} ریخته‌گری پیشرفته (جلد اول)، م.ع. بوتراپی، ص. بالی، مرکز انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران-چاپ

چهارم ۱۳۸۹

[2] ریخته‌گری آلیاژهای غیر آهنی .....مهندس بابازاده

## ۵- سادگی، انجام پذیری، ابتکار و خلاقیت (حداکثر ۲ صفحه)

مناسبت‌ترین روش ساخت مدل استفاده از مدل آلومینیومی ریشه ماهیچه دار می‌باشد. تابا استفاده از این روش بتوان به آسانی مدل را قالب‌گیری نموده و با استفاده از طراحی و شیب مناسب جهت قالب‌گیری، مدل را از قالب خارج نمود.

میتوان گفت تنها روش مناسب جهت قالب‌گیری این مدل با ضخامت ۴ میلی‌متری پره استفاده از ریشه ماهیچه می‌باشد. در غیر این صورت با توجه به ضخامت کم پره امکان شکسته شدن و گیر کردن مدل در داخل حفره قالب وجود خواهد داشت.

بنابراین به راحتی میتوان مدل را داخل قالب قرارداد و مدل را قالب‌گیری نمود و پس از لق کردن مدل داخل ماسه و سخت نمودن قالب مدل، مدل سیستم راهگاهی و تغذیه را از قالب خارج نمود بدون اینکه نیازه چرخاندن مدل باشد.

جهت تهیه جعبه ماهیچه میتوان با استفاده از یک کپی از روی ریشه ماهیچه و مدل (قالب گچی) به آسانی با ابعاد دقیق، جعبه ماهیچه را تولید نمود.

بنابراین با توجه به اینکه پره های مدل نسبت به یکدیگر تقارن دارند، تنها از یک جعبه ماهیچه جهت تولید ماهیچه با دقت ابعادی بالا کافی است.

مرحله قالب‌گیری شامل دو مرحله قالب‌گیری دو درجه می‌باشد و تنها در مرحله تهیه ماهیچه نیازه چهار مرحله گرفتن ماهیچه از جعبه ماهیچه می‌باشد، که این زمان صرف شده در مقایسه با دقت ابعادی بالای فرایند قابل چشم پوشی است.

روش مناسب دیگر جهت تهیه ماهیچه و ریشه ماهیچه استفاده از ماهیچه دور می‌باشد که به دلیل نیازه دقت بسیار بالا جهت ساخت جعبه ماهیچه، نیازه استفاده از قطعه آزاد در جعبه ماهیچه (منظور از قطعه آزاد پره های ۴ میلی‌متری می‌باشد) و احتمال گیر کردن پره ها در مرحله خارج کردن ماهیچه از جعبه و در نتیجه نیازه استفاده از شیب اضافی و در نهایت استفاده از دستگاه CNC، استفاده از این روش به صرفه نمی‌باشد.

جهت کاهش مرحله تمیز کاری از پوشان قالب جهت کیفیت سطحی مناسب قالب و پوشاندن فصل مشترک قالب و ماهیچه جهت جلوگیری از تشکیل پلیسه استفاده میشود. {۱}

همچنین جهت کاهش زمان برشکاری و سنگ زنی سیستم راهگاهی متصل به قطعه ریخته گری و سهولت در جدا کردن راهباره از اتصال لبه ای جلوگیری و راهباره را هم ضخامت با مدل اتصال یافته امتداد میدهم.

و جهت جلوگیری از اتصال گرم بین فصل مشترک قطعه و تغذیه از گلوئی استفاده کرده تا برش و تمیز کاری قطعه نهایی با سهولت بیشتری انجام پذیرد. {۲}

• ابتکار و خلاقیت:

جهت بهبود راندمان، و تشخیص محل های تشکیل حفرات انقباضی و عیوب احتمالی، فرآیند پرشدن قالب و آنالیز حرارتی جهت تعیین محل و ابعاد سیستم راهگامی و تغذیه گذاری از نرم افزار شبیه سازی استفاده شد. {۲}

با توجه به شکل زیر میتوان استفاده از سیستم راهگامی مناسب، ابعاد تغذیه گذاری و استفاده از مواد عایق و گرمایز در تغذیه و همچنین مبرد گذاری جهت ایجاد انجماد جهت دار به سمت تغذیه را توجیه نمود.

بدون استفاده از هزینه زیاد تحقیقات تجربی نظیر ریخته گری مناسبترین روش جهت تولید مدل و جعبه ماهیچه برای قالبگیری و تعیین دقیق ابعاد سیستم راهگامی به کار گرفته شد.

جهت بهبود راندمان تغذیه و فاصله مذاب رسانی (برد تغذیه) از مبرد جهت ایجاد انجماد جهت دار به سمت تغذیه استفاده شد.

جهت افزایش مدول تغذیه و افزایش راندمان در نتیجه کاهش اندازه تغذیه از مواد اکزوترم و پوشش عایق استفاده شد.

جهت افزایش کیفیت مذاب از یک سیستم شلاکه گیر در امتداد راهبار و فیلتر فومی در راهبار و همچنین از سرباره گیر در قسمت حوضچه بالای راهگاه استفاده شد.

جهت سهولت در ذوب و استفاده از مواد گاززدا، مواد به ساز و جوانه زا از کوره بوته ای گازی استفاده شد.

• مراجع:

{۱} مواد قالبگیری برای ریخته گری فلزات، محمدحسین فتحی، چاپ چهارم ۱۳۸۰

{۲} اصول ریخته گری فلزات، پیروز مرعشی، امیرعابدی، چاپ اول ۱۳۸۹

