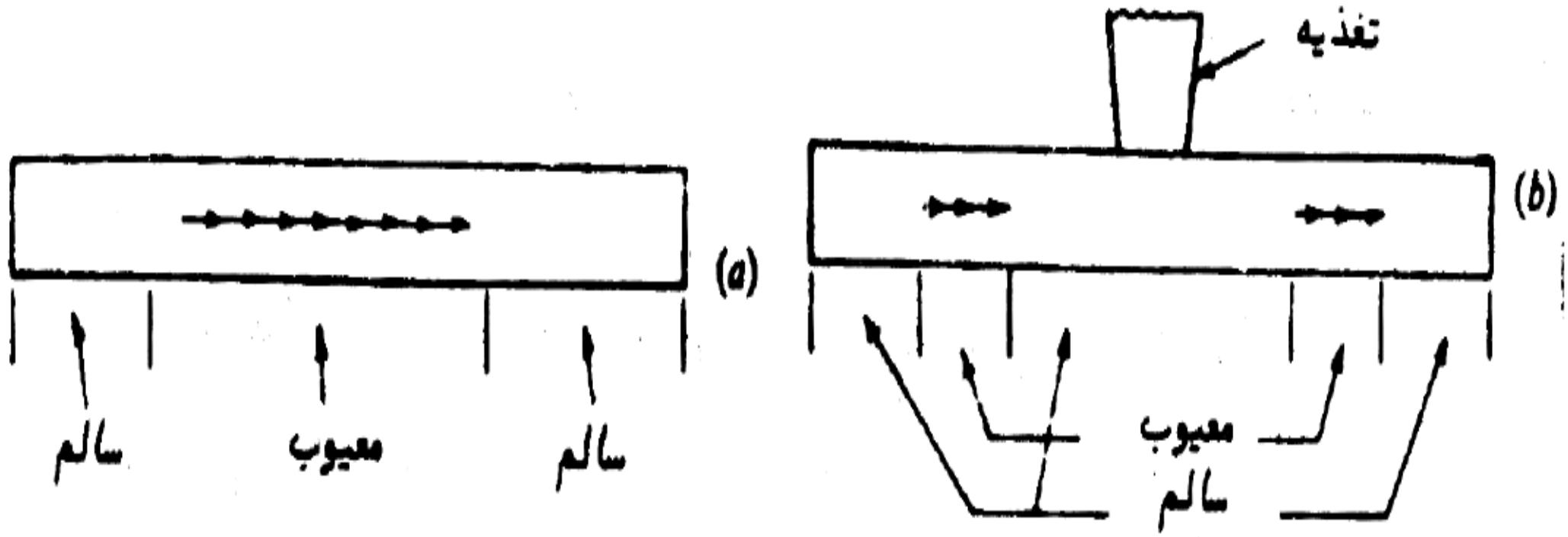
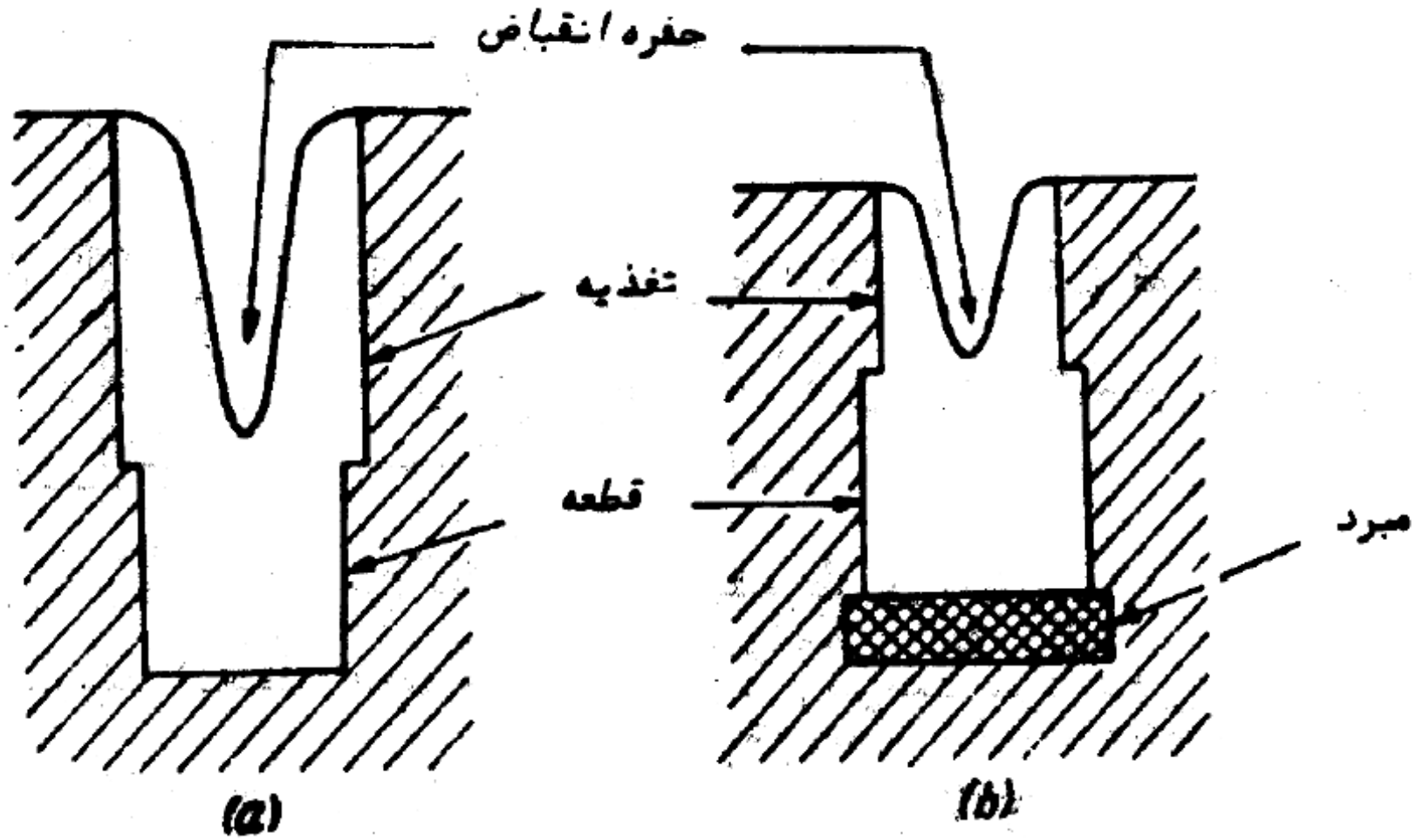
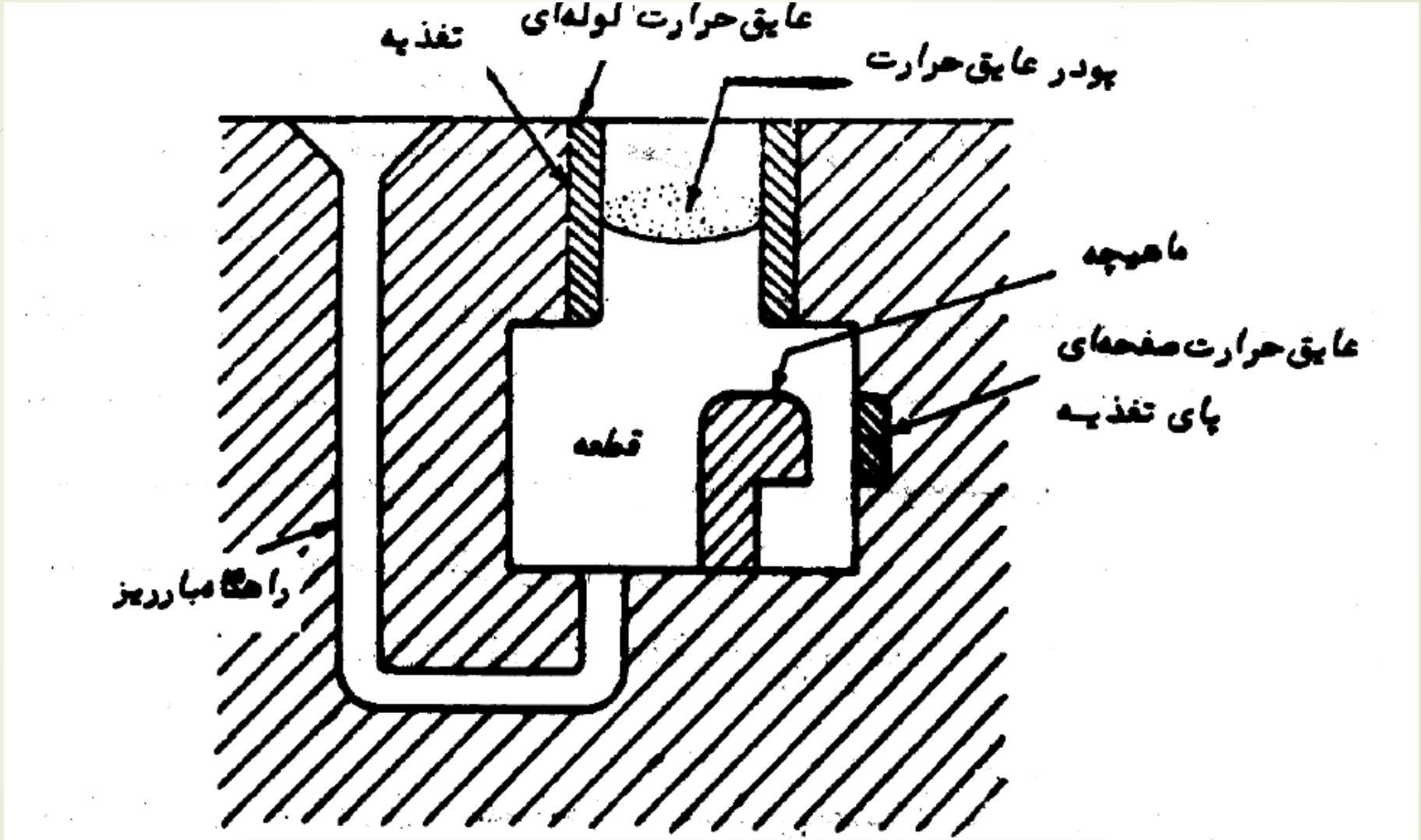
تغذیه گذاری در فولادها



شکل ۱۲ـ نقش تغذیه و منطقه اثر آن در جلوگیری از ایجاد حفره انقباض

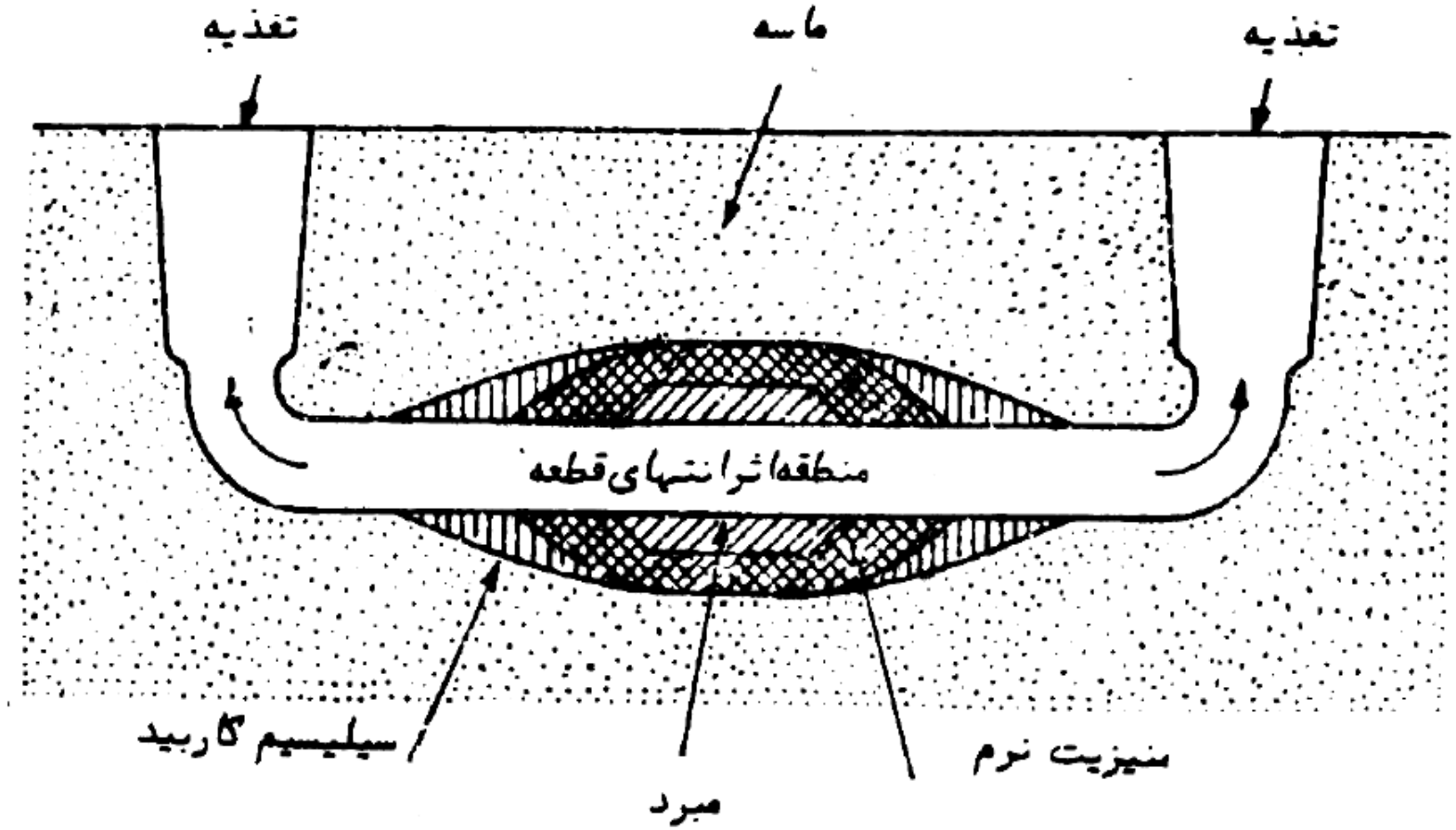


شکل ۲ـ کاهش حجم تغذیه با ایجاد انجماد جهت‌دار توسط مبرد

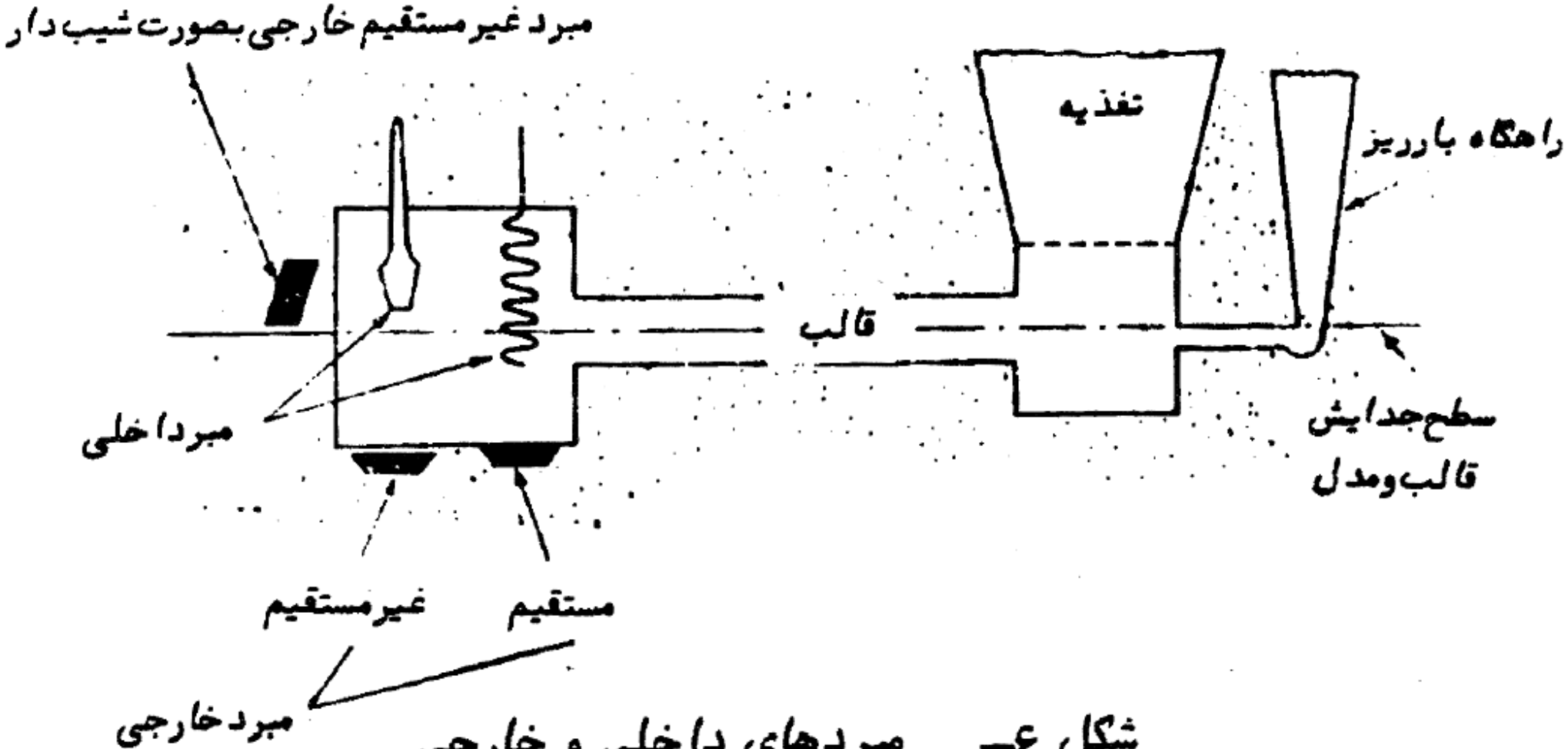


شکل ۴ــ چگونگی استفاده از مواد عایق‌حرارت‌زا و عایق حرارت در قالب

www.iran-mavad.com



شکل ۵ــ استفاده از مبرد در قالب برای ایجاد شیب حرارتی مناسب و انجماد جهت‌دار



شکل ۶ــ مبردهای داخلی و خارجی

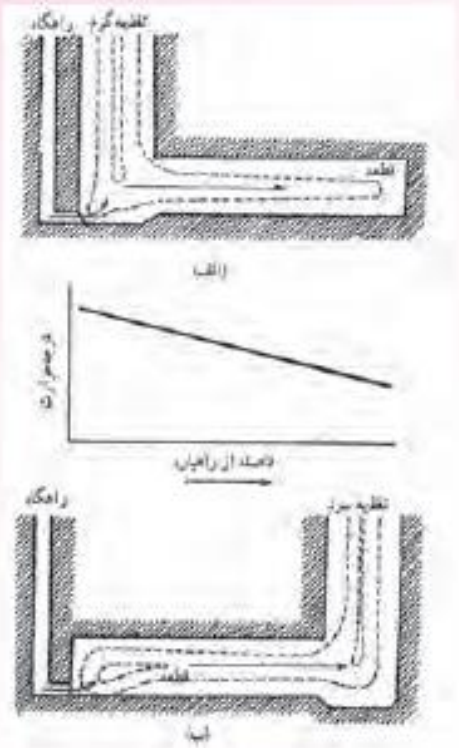
به‌طور خلاصه می‌توان گفت که در تغذیهٔ گرم، ترتیب حرکت مذاب از راهباره به سمت تغذیه و از تغذیه به سمت قطعه می‌باشد می‌توان این مطلب را به‌طور خلاصه این‌طور بیان کرد:

راهباره ← تغذیه ← قطعه تغذیه گرم

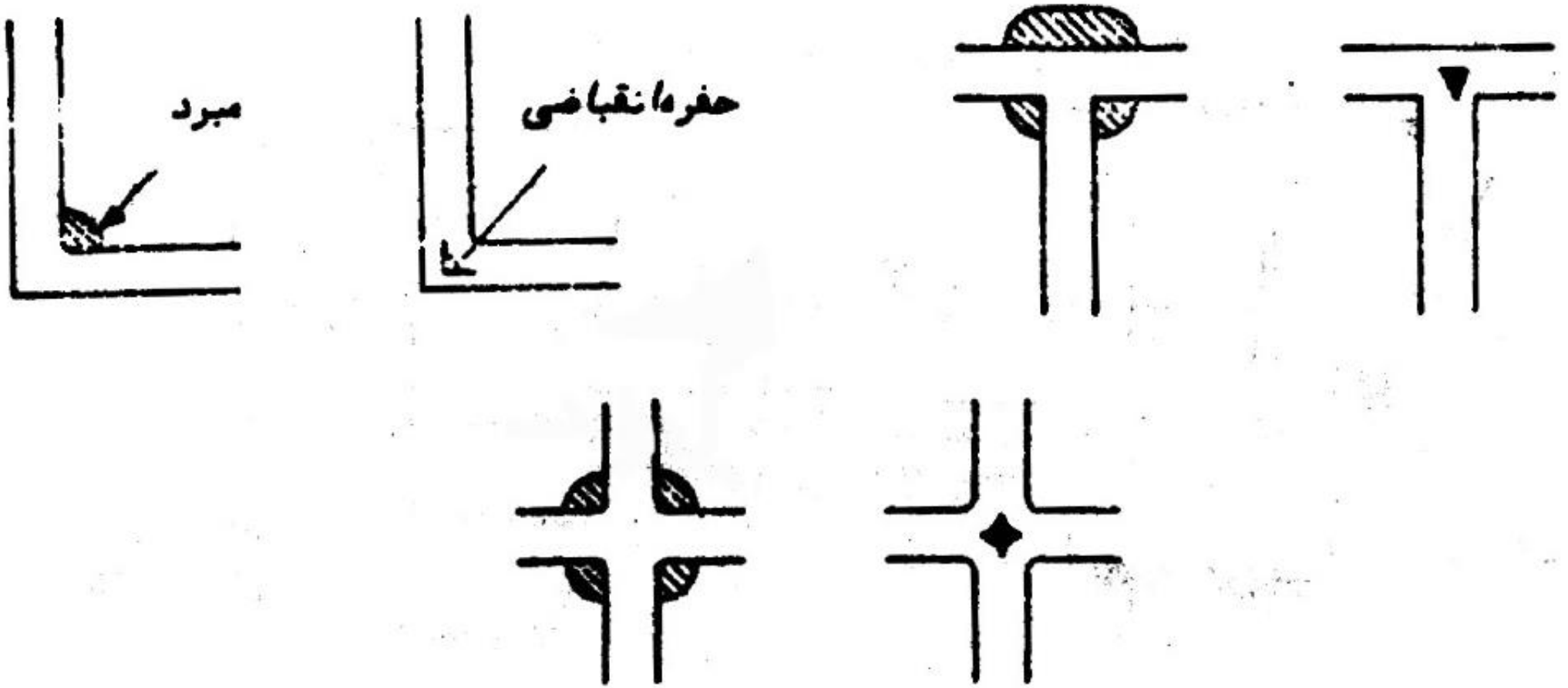
در تغذیهٔ سرد، مذاب از طریق راهباره وارد محفظهٔ قالب شده و از طریق محفظه به داخل تغذیه وارد می‌شود. این مطلب را نیز می‌توان به‌طور خلاصه به این شکل بیان کرد:

راهباره ← قطعه ← تغذیه تغذیه سرد

۲۰۶



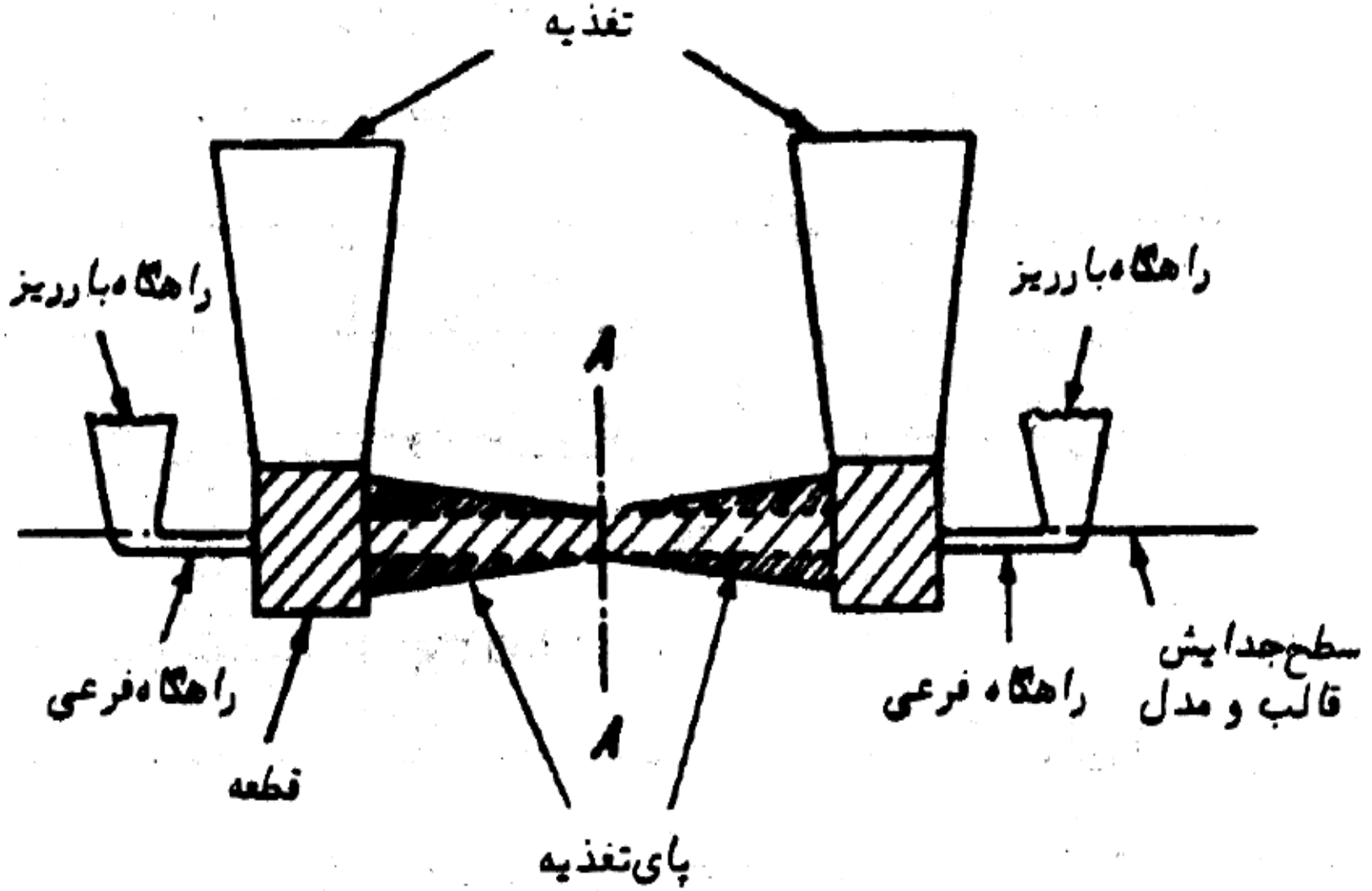
شکل ۲۴-۴- تغذیه گرم و سرد و شیب دمایی نسبت به محل راهباره



شکل ۷ـ مبرد خارجی و اثر آن در حذف حفره انقباضی

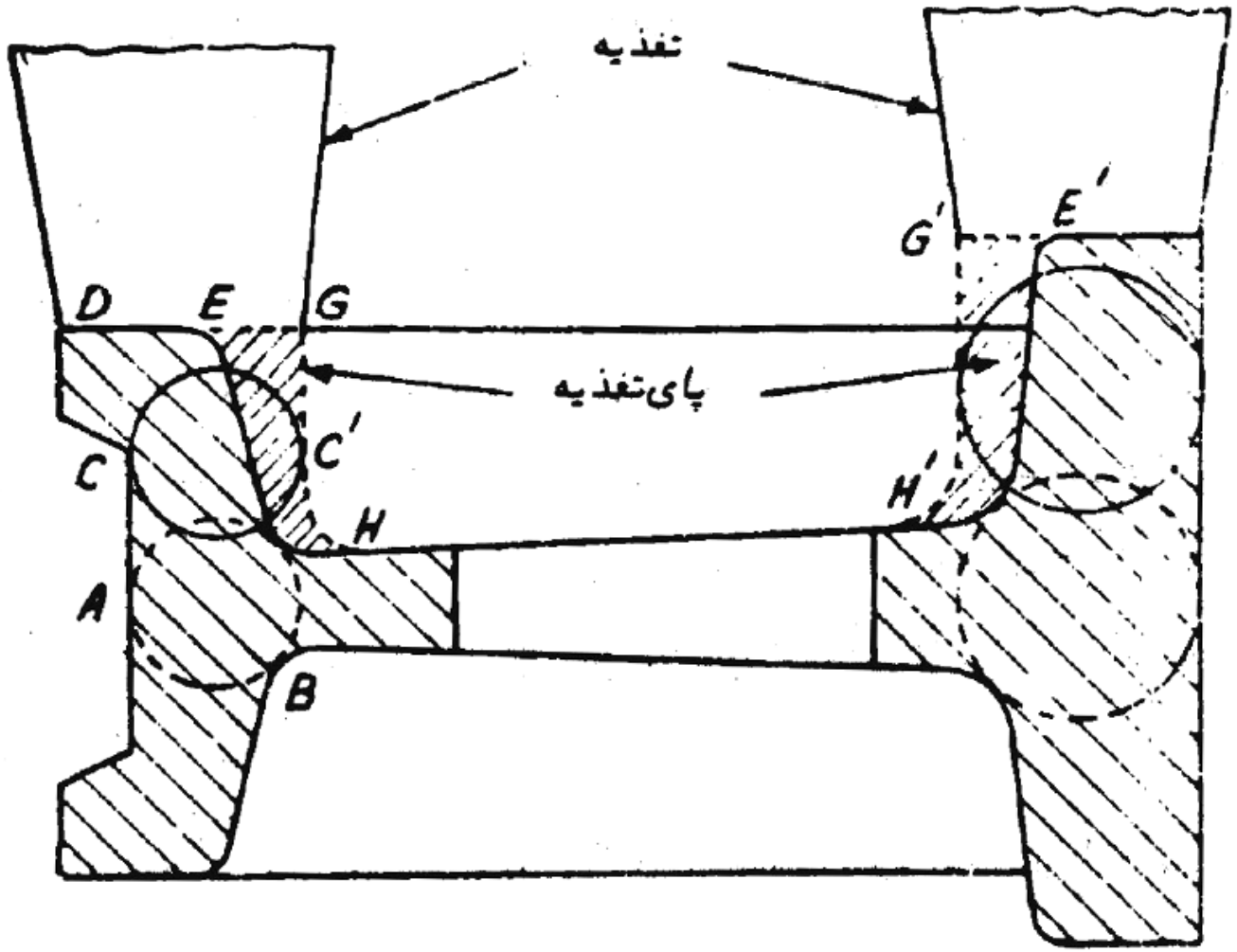
شکل ۸– چند نمونه مبرد خارجی و داخلی

www.iran-mavad.com

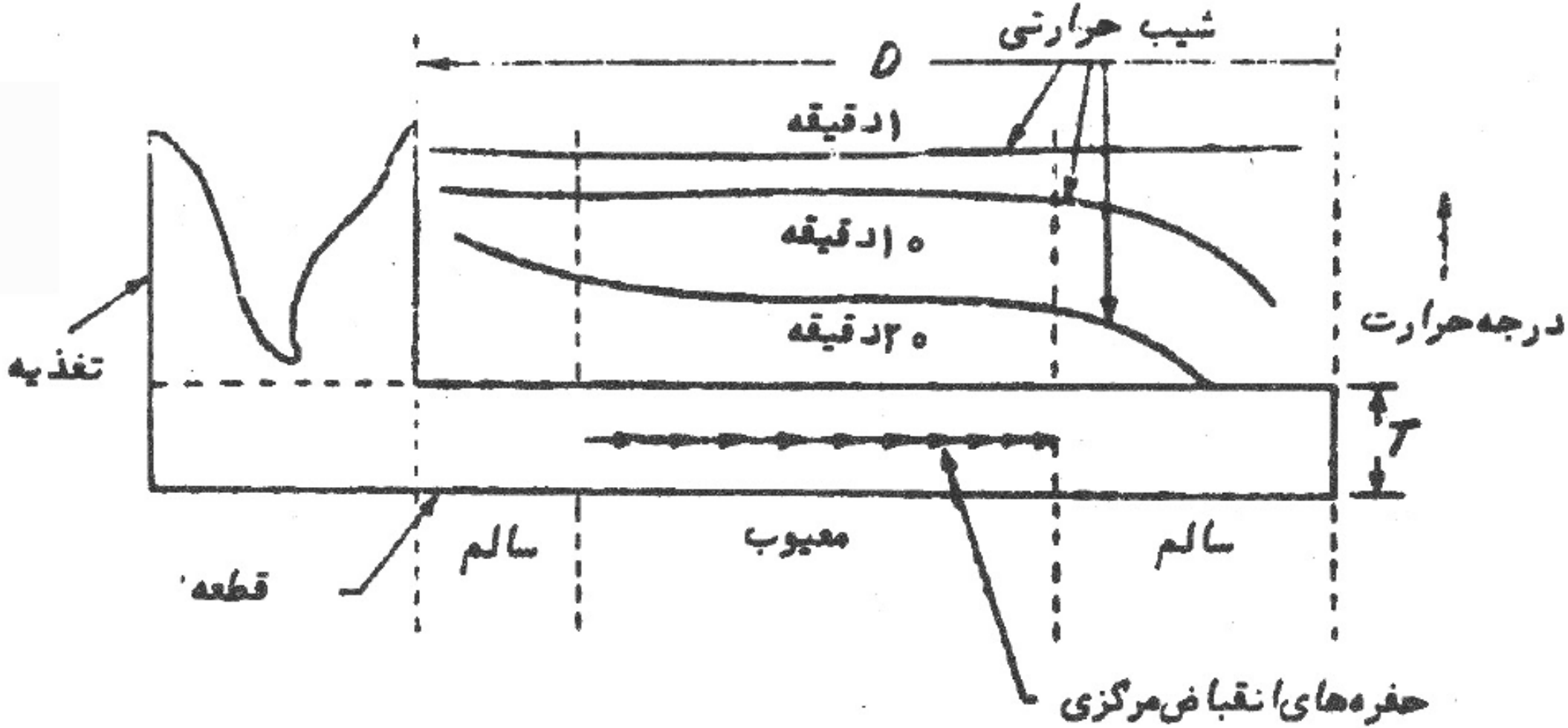


شکل ۹ـ ایجاد پای تغذیه برای مذاب‌رسانی به قسمتهای دورتر از کانال دیواره نازک قطعه

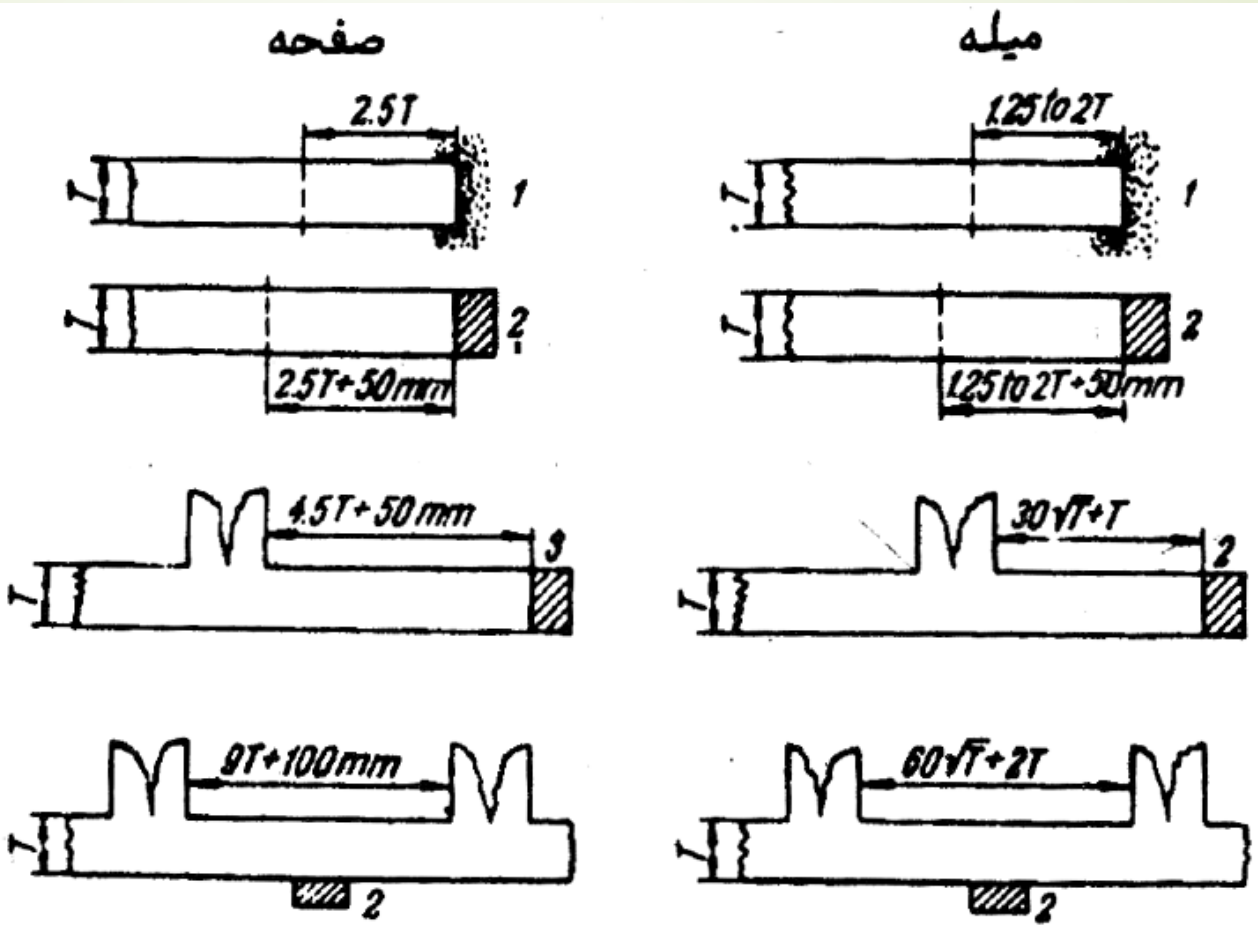
www.iran-mavad.com



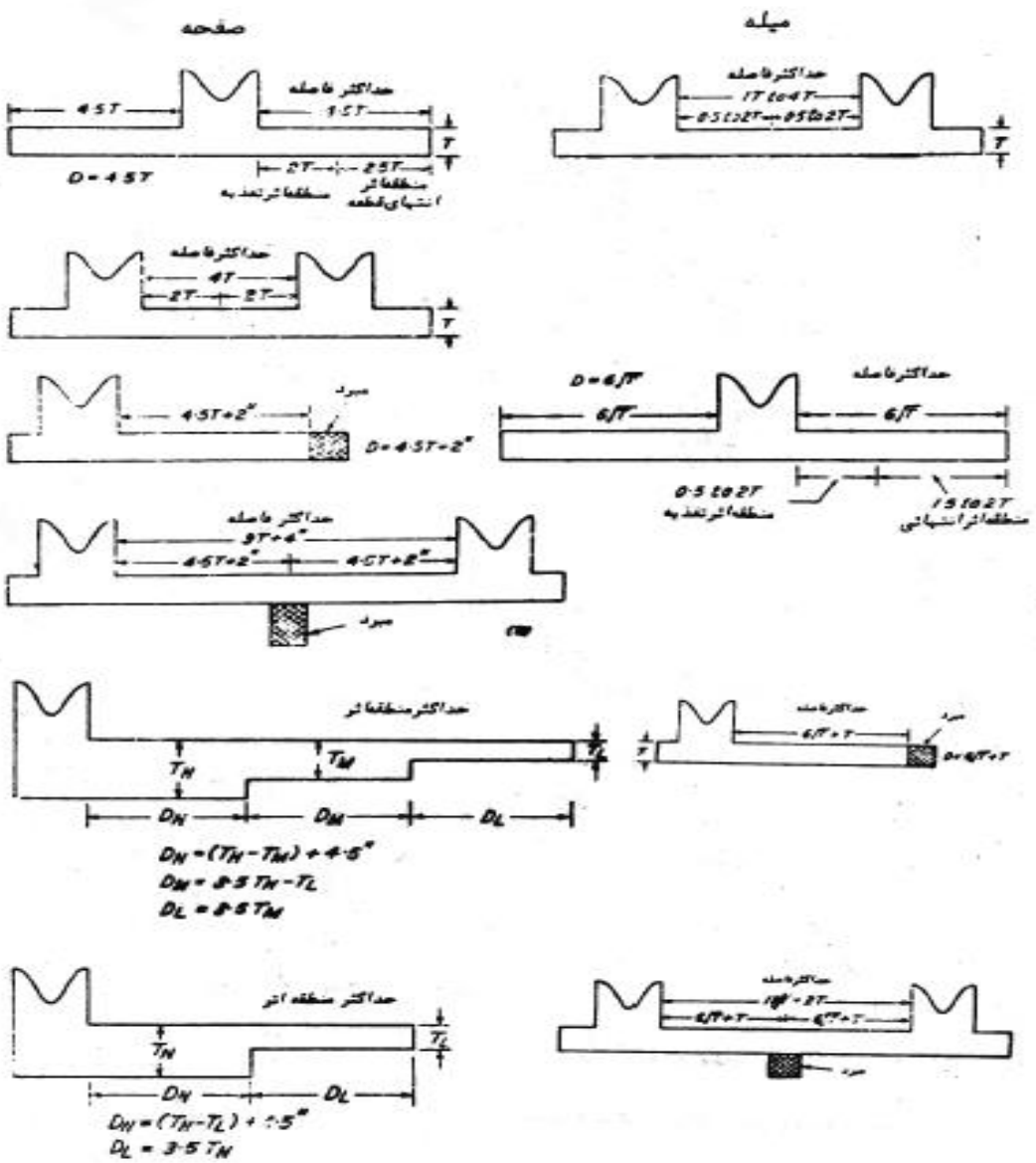
شکل ۱۰ــ چگونگی رسم دایره‌های هیور برای‌تعیین‌پای تغذیه دریک‌چرخ



شکل ۱۳ــ منطقه اثر تغذیه در طول یک قطعه



شکل ۱۴ ــ میزان مناطق اثر تغذیه ، اثر انتهایی قالب و اثر مبرد درقطعات ریختگی در سیستم متریک



شکل ۱۵ــ میزان مناطق اثر تغذیه ، اثر انتهایی قالب و مبرد در قطعات ریختگی در سیستم اینچی

www.iran-mavad.com
مرجع دانشجویان و مهندسین مواد

همان‌طور که در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود این قطعه بعلت اینکه طول سطح مقطع آن ۵برابرعرض آن است بعنوان صفحه تلقی می‌شود . لذا با مراجعه به شکل ۱۴ و قطعات صفحه‌ای شکل خواهیم داشت :

منطقه اثر انتهائی قالب برای صفحه = ۲/۵ T = ۲/۵ × ۱۰۰ = ۲۵۰ mm
(فاصله ۲)

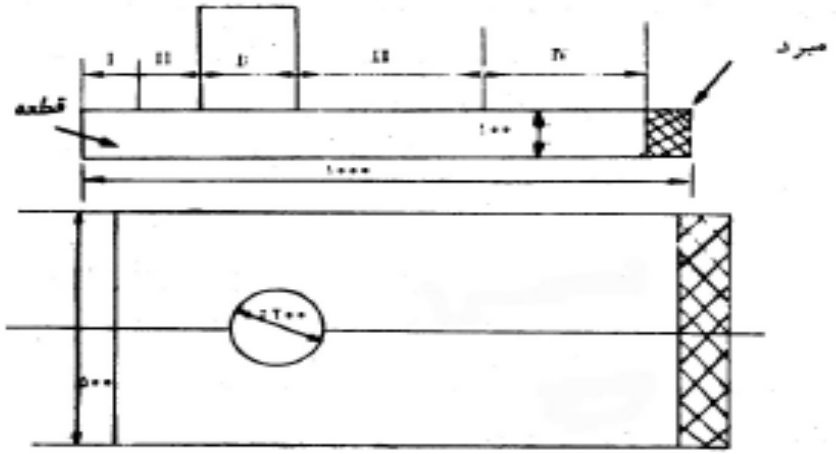
منطقه اثر تغذیه (فاصله II) برای صفحه = ۲ T = ۲ × ۱۰۰ = ۲۰۰ mm

منطقه‌اثر تغذیه (فاصله III) = ۲ T = ۲ × ۱۰۰ = ۲۰۰ mm

منطقه‌اثرمبرد (فاصله IV) =۲/۵ T +۵۰mm=۲/۵ ×۱۰۰ + ۵۰ = ۳۰۰ mm
برای صفحه

قطر خود تغذیه (D) = D = ۲۰۰ mm

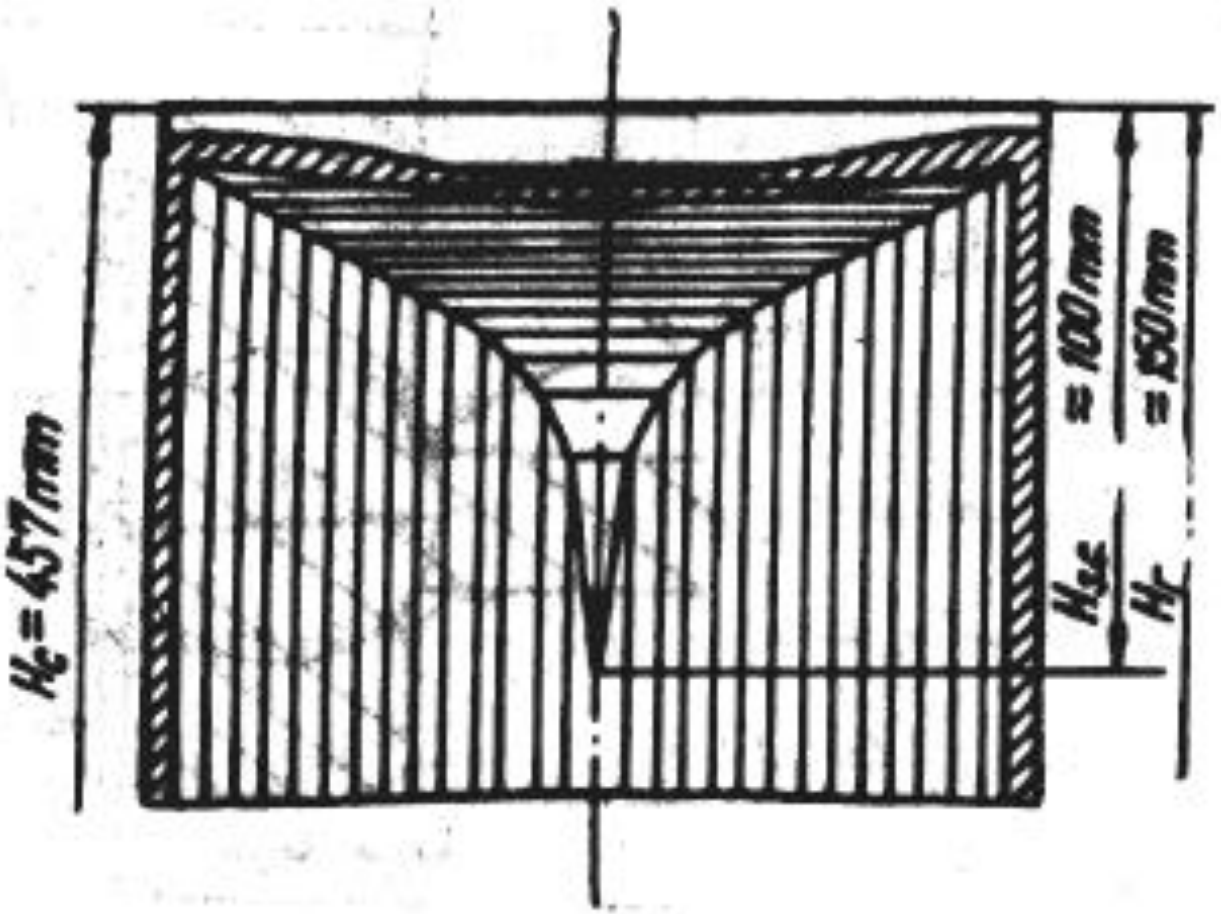
مجموع مناطق‌اثرتغذیه ، اثرانتهائی‌قالب =I +II +III + IV + D= ۱۱۵۰ mm
و اثر مبرد



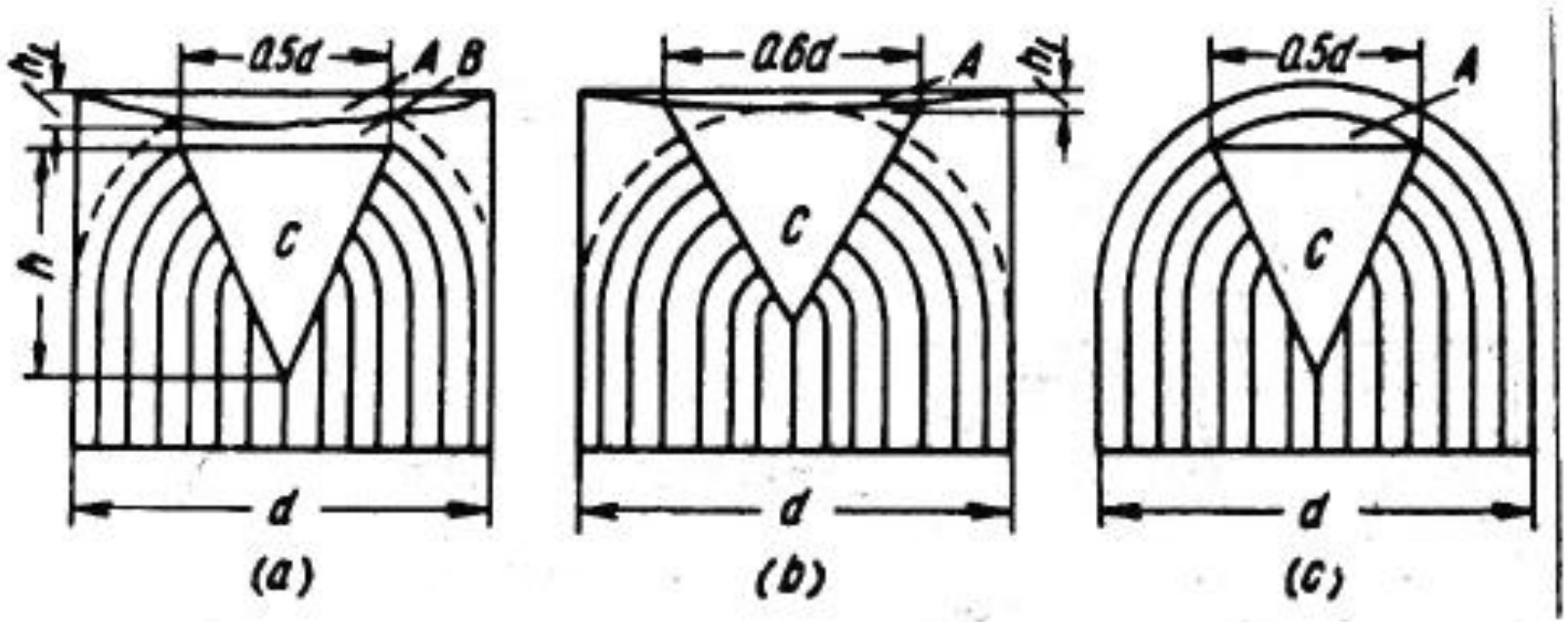
شکل ۱۷ــ قطعه ریخته شده با یک تغذیه و مبرد و میزان طول منطقه اثر تغذیه و مبرد

www.iran-mavad.com

- محاسبه ابعاد تغذیه با استفاده از تعیین ارتفاع حفره انقباض ایجاد شده در ان



شکل ۹ ا— شکل واقعی حفره انقباض در یک تغذیه باز استوانه‌ای



شکل ۲۰ــ شکل فرضی حفره انقباضی در تغذیه‌های باز (a و b) وبسته (c)

A = حفره انقباض روی تغذیه باز

B = پوسته منجمد شده روی تغذیه باز

C = حفره انقباض

(قالبهای ماسه‌ای)

قطعه	سیستم راهگاهی از پائین	سیستم راهگاهی از بالا
کوچک و متوسط	$H_r=\frac{0.23(3V_0-S\sqrt{t})}{d^2}+4cm$	$H_r=\frac{0.15(3V_0-S\sqrt{t_1}}{d^2}+4\ cm$
سنگین	$H_r=\frac{0.7V_0}{d^2}+4\ cm$	$H_r=\frac{0.45V_0}{d^2}+4cm$
(قالبهای فلزی)		
کوچک و متوسط	$H_r=\frac{0.7(V_0-S\sqrt{t_1})}{d^2}+4cm$	$H_r=\frac{0.45(V_0-S\sqrt{t_1})}{d^2}+4cm$
سنگین	$H_r=\frac{0.7V_0}{d^2}+4cm$	$H_r=\frac{0.45V_0}{d^2}+4\ cm$
(قالبهای فلزی با سیستم راهگاهی سرامیکی وپوشیده‌شده از مواد حرارت‌زا)		
عمومی	$H_r=\frac{0.3(V_0-S\sqrt{t_1})}{d^2}+4cm$	$H_r=\frac{0.2(V_0-S\sqrt{t_1})}{d^2}+4cm$

محاسبه ابعاد تغذیه با استفاده از اندازه گیری مستقیم یا غیر مستقیم زمان انجماد قطعه

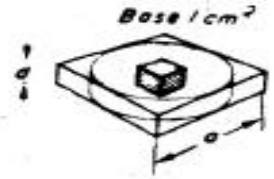
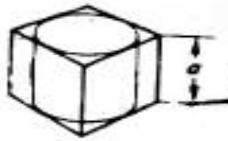
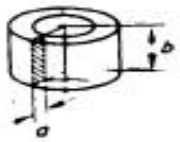
۱-روش چرنیف

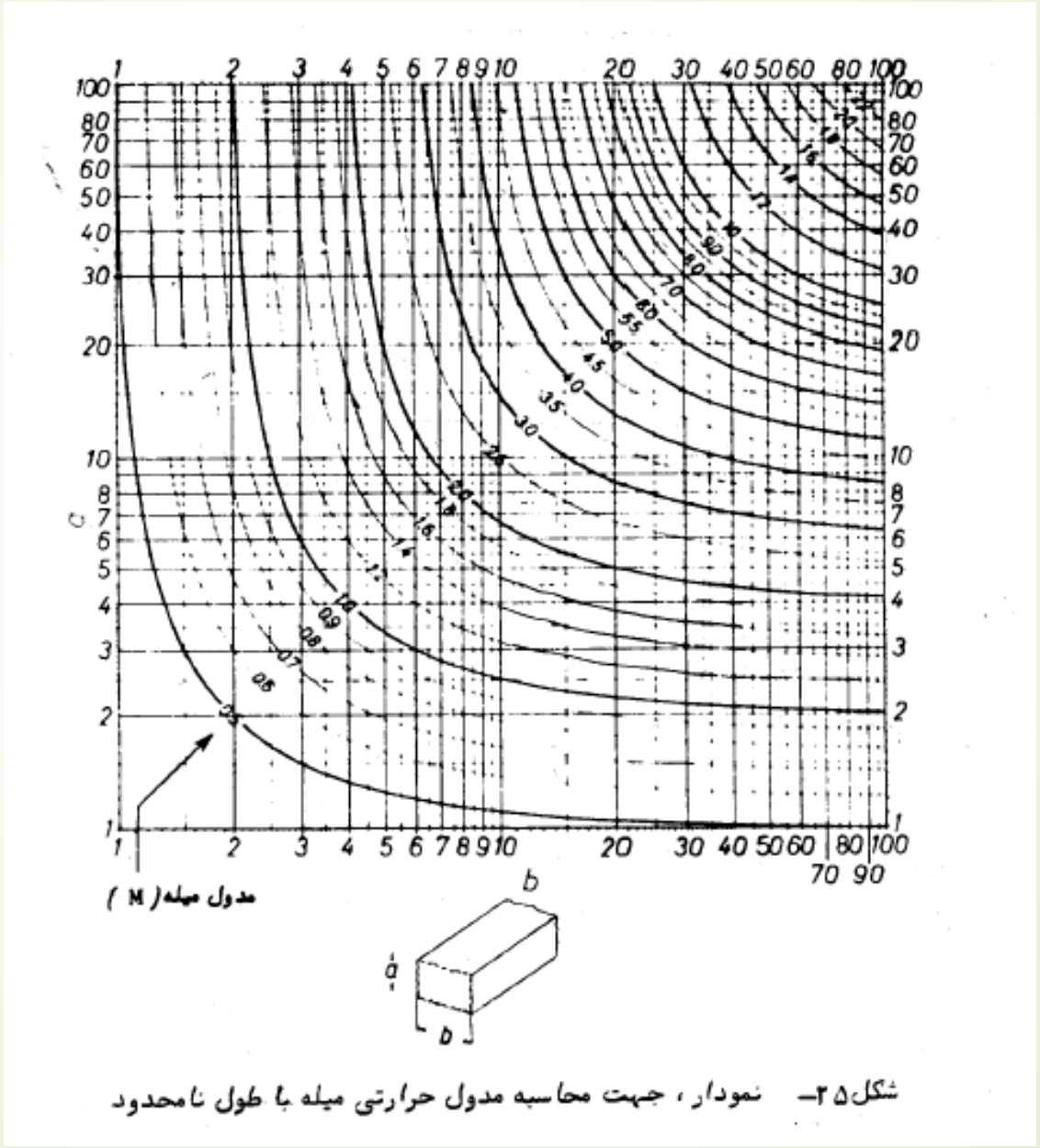
۲- روش کاین

۳- روش بیشاپ

۴- روش نامور

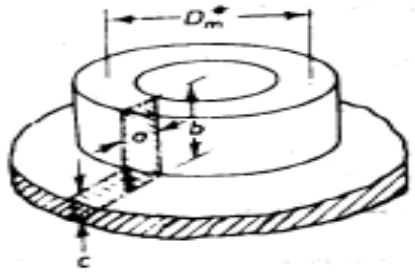
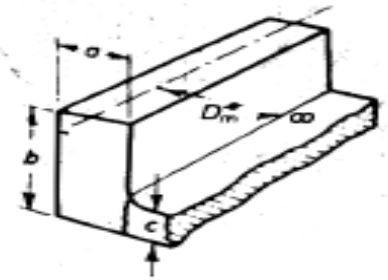
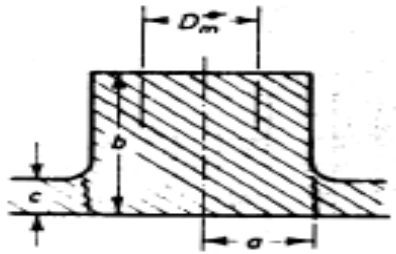
جدول ۴ــ محاسبه مدول حرارتی اشکال ساده

صفحه با ابعاد نامحدود 	$M = \frac{d}{2}$
میله با طول نامحدود	$M = \frac{a \times b}{2(a+b)}$
مکعب با ابعاد a استوانه محاط در مکعبی با ابعاد a کره محاط در مکعبی با ابعاد a 	$M = \frac{a}{6}$
	$M = \frac{r \times h}{2(r+h)}$
	$M = \frac{a \times b}{2(a+b)}$



شکل ۲۵ــ نمودار ، جهت محاسبه مدول حرارتی میله با طول نامحدود

جدول ۵– چگونگی محاسبه چند شکل ساده با شاخه (غیرسردشونده = ϕ)

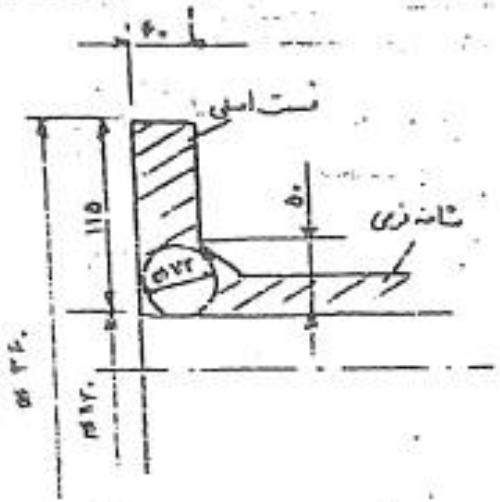
استوانه‌توخالی‌باشاخه‌صفحه‌ای c 	$D_m^{\phi}=na$ $V = D_m\phi a.b.\ \pi = a^2bn\pi$ $A=2a^2n\ n+a\pi(n+1)(b-c)+a\pi(n-1)b$ $= a\pi\ (2an + 2bn-cn - c)$ $M = \frac{V}{A} = \frac{a.b}{2(a+b)-c\frac{n+1}{n}}$
میله‌یاصفحه‌باشاخه c 	$D_m^{\phi} = n \times a\ ,\quad n=\frac{D^{\phi}m}{a}=\frac{\infty}{a}=\infty$ $\lim_{n\to\infty}\frac{n+1}{n}+\frac{\infty+1}{\infty}=1$ $M=\frac{a.b}{2(a+b)-c\frac{n+1}{n}}=\frac{a.b}{2(a+b)-c}$
استوانه‌توپر باشاخه c 	$D_m^{\phi}= a = na\ ,\quad n = 1$ $\frac{n+1}{n} = 2$ $M = \frac{a.b}{2(a+b)-c\frac{n+1}{n}}=\frac{a.b}{2(a+b-c)}$

استفاده هستند.

قطعه		مدول H(Cp)
صفحه با ضخامت T		T/2
میله با مقطع چهارگوش a.b		$\frac{a.b}{2(a+b)}$
استوانه به ارتفاع h و قطر D $D=h$		H/۶
مکعب به ضلع a		$\frac{a}{۶}$
کره به قطر d		d/۶
استوانه به ارتفاع h و قطر 2r		$\frac{r.h}{2(r+h)}$
استوانه تو خالی به ارتفاع h و ضخامت a		$\frac{a.h}{2(a+h)}$
به استوانه ای توخالی با ضخامت a و ارتفاع h و قطر متوسط D_m بطوریکه $D_m=n.a$	درصورت اتصال یک ناخنه فرعی به ضخامت C	$\frac{a.h}{2(a+h)-C\frac{n+1}{n}}$
به استوانه ای توپر با قطر 2a و ارتفاع h		$\frac{a.h}{2(a+h)-C}$
به میله ای چهارگوش با ابعاد مقطع a.b		$\frac{a-b}{2(a+b-C)}$

برای روشن شدن چگونگی محاسبه مدول در یک قطعه به دو مثال زیر می‌پردازیم :

مثال ۱ـ هدف محاسبه مدول فلنجی است که در شکل زیر مشاهده می‌شود . قبل از محاسبه باید مقدار تراش سطح را در صورت نیاز به قطعه اضافه نمود .



تغذیه به قسمت اصلی فلنج که در شکل مشخص شده وصل می‌گردد و بدنه فلنج در این حالت بعنوان شاخه فرعی محسوب خواهد شد . با اتصال یک شاخه فرعی به یک قطعه افزایشی در مقدار مدول آن قطعه ایجاد می‌گردد . در این حالت با رسم یک دایره محاطی در محل برخورد شاخه فرعی به قسمت اصلی ضخامت قسمت اصلی را تا حد قطر این دایره افزایش داده و در محاسبات مدول دخالت می‌دهیم . در مثال بالا قطر این دایره ۷۲ خواهد شد که بجای ضخامت ۶۰mm فلنج قرار خواهد گرفت . شکل قسمت اصلی فلنج یک استوانه توخالی بوده که یک شاخه فرعی به آن متصل شده است در نتیجه با توجه به جدول شماره ۱ مقدار مدول چنین قطعه ای خواهد بود .

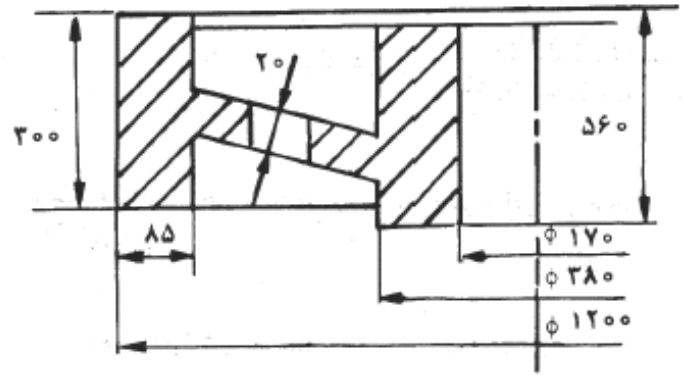
$$M_c = \frac{a \cdot h}{2(a+h) - C\frac{n+1}{n}}$$

$$h = \frac{\text{قطر متوسط استوانه}}{\text{ضخامت استوانه}} = \frac{\frac{۲۶+۱۳۰}{۲}}{۱۱۵} = ۲$$

$$\text{پس} \quad M_c = \frac{۱۱/۵ \times ۷/۲}{۲(۱۱/۵+۷/۲) - ۵/۰\frac{۲+۱}{۲}} = \frac{۸۲/۸}{۲۹/۹} = ۲/۸ \text{ cm}$$

مثال ۵: برای محاسبه مدول در قسمتهای مختلف قطعه‌ای که در شکل ۳۳ مشخص شده است قبل از هر چیز مقدار تراش سطوح اضافه می‌شود .

چون دو منطقه از این قطعه یعنی رینگ کناری و استوانه داخلی بطور جداگانه دارای مرکز حرارتی بوده ، لذا بطور مستقل به تغذیه نیازمند هستند . در نتیجه محاسبه مدول برای این دو منطقه در دستور قرار می‌گیرد .



شکل ۳۳ــ محاسبه مدول حرارتی یک چرخ

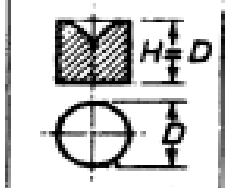
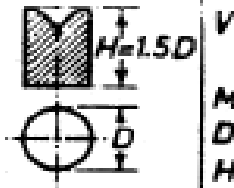
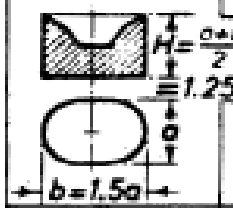
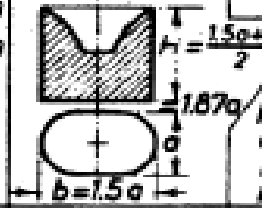
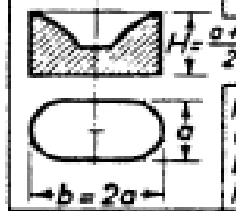
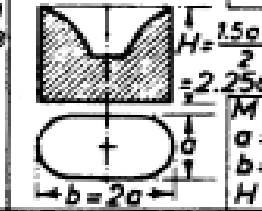
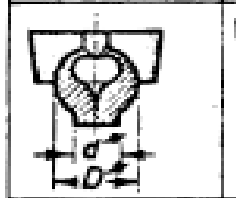
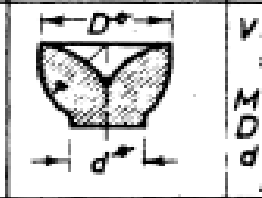
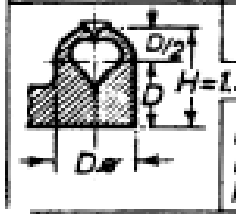
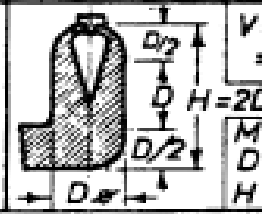
الف ــ رینگ کناری بشکل یک استوانه تو خالی با یک شاخه فرعی به ضخامت ۴۰ mm قابل تفکیک است . لذا با مراجعه به جدول شماره ۵ مدول آن برابر است با :

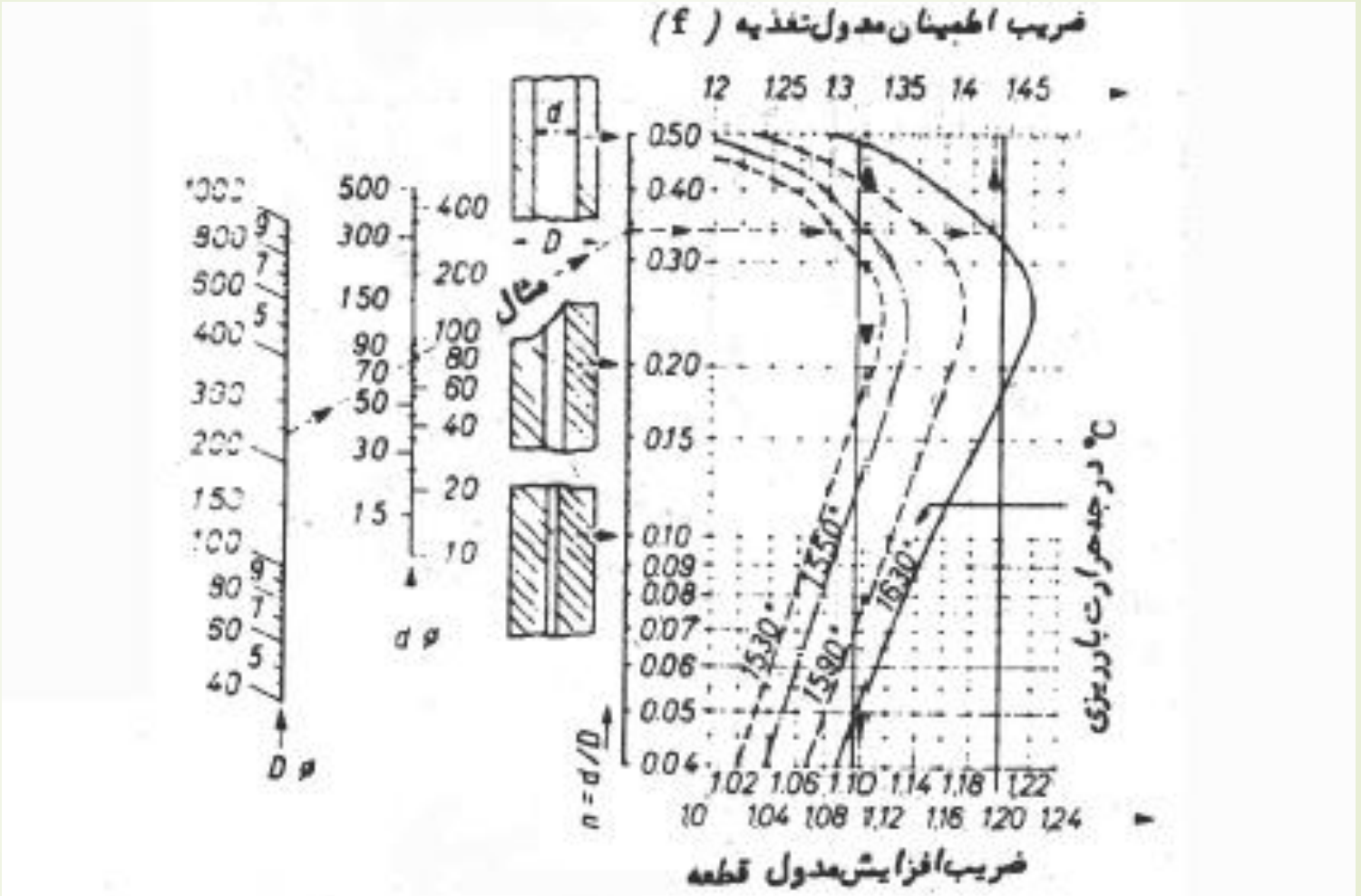
$$M = \frac{a.h}{2(a+h) - c\,\frac{n+1}{n}}$$

$$n = \frac{\text{قطر متوسط}}{\text{ضخامت قطعه}} = \frac{\frac{1200+1030}{2}}{85} = 13$$

$$M = \frac{8.5 \times 30}{2(8.5+30) - 4.0\,\frac{13+1}{13}} = \frac{255}{72.7} = 3.5 \text{ cm}$$

جدول ۱۹ــ مشخصات تغذیه‌های مختلف

نوع تغذیه	مشخصات	نوع تغذیه	مشخصات
	$V = 0.785\ D^3$ $= 1.69\ M^3$ $M = 0.1667\ D$ $D = 6\ M = H$		$V = 1.18\ D^3$ $= 179\ M^3$ $M = 0.187\ D$ $D = 5.35\ M$ $H = 8.02\ M$
	$V = 1.605\ a^3$ $= 181.5\ M^3$ $M = 0.207\ a$ $a = 4.84\ M$ $b = 7.25\ M$ $H = 6.05\ M$		$V = 2.4\ a^3$ $= 189\ M^3$ $M = 0.233\ M$ $a = 4.29\ M$ $b = 6.43\ M$ $H = 8.03\ M$
	$V = 2.67\ a^3$ $= 200\ M^3$ $M = 0.237\ a$ $a = 4.22\ M$ $b = 8.45\ M$ $H = 6.32\ M$		$V = 4.01\ a^3$ $= 211\ M^3$ $M = 0.267\ a$ $a = 3.75\ M$ $b = 7.5\ M$ $H = 8.42\ M$
	$V = 0.533\ D^3$ $= 115\ M^3$ $M = 0.1667\ D$ $D = 6\ M$ $d \quad 0.61\ D$ $= 3.66\ M$		$V = 0.261\ D^3$ $= 196\ M^3$ $M = 0.11\ D$ $D = 9.1\ M$ $d \quad 0.4\ D$ $= 3.64\ M$
	$V = 1.04\ D^3$ $= 156\ M^3$ $M = 0.189$ $D = 5.3\ M$ $H = 7.94\ M$		$V = 1.318\ D^3$ $= 143\ M^3$ $M = 0.21\ D$ $D = 4.76\ M$ $H = 9.52\ M$



شکل a–۳۶– تعیین ضریب تصحیح مدول حرارتی برای استوانه ، با قطر خارجی Dقطر داخلی d و طول نامحدود

مثال : می‌خواهیم اندازه تغذیه‌های مورد نیاز را برای ریخته‌گری یک رینگ فولادی با مشخصات داده شده در شکل ۶۴ با روش کاوارینف محاسبه نمائیم .

حل : این قطعه را می‌توان بصورت یک میله با طول نامحدود (بدون اثر انتهائی از دو طرف) تصور نمود ، در نتیجه مدول قطعه از روی منحنی شکل ۲۵ با طریق زیر محاسبه می‌شود .

$$M_C = -\frac{a.h}{(a+h)} = \frac{10x30}{2(10+30)} = \frac{300}{80} = 3.75cm$$

با توجه به نسبت $\frac{H}{D} > \frac{1}{5}$ باید برای تعیین ضریب تصحیح مدول قطعه تقریبا "از منحنی شکل ۳۶b استفاده کرد . با داشتن $\frac{d}{D} = ۰/۸۵$ و با فرض درجه حرارت بارریزی برابر با $۱۶۵۰^{\circ}C$ متوجه می‌شویم که همان مدول ۳/۷۵ cm احتیاج به تصحیح ندارد .

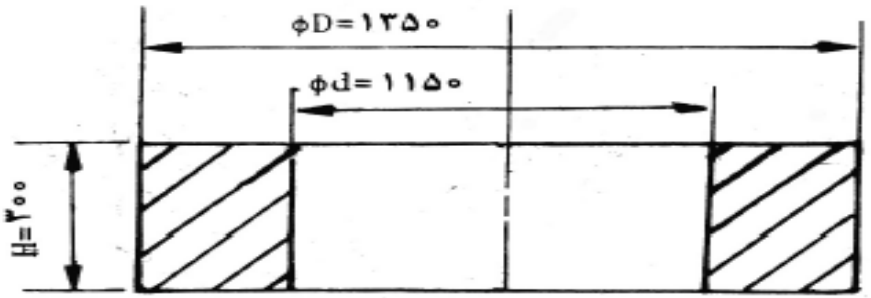
مدول تغذیه برابر است با :

$$M_F = 1.2M_C = 1.2 \times 3.75 = 4.5 \text{ cm}$$

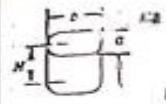
تذکر : مدول تغذیه را می‌توانستیم با داشتن ابعاد سطح مقطع قطعه (100mm x 300mm) مستقیما" از روی منحنی شکل ۵۹ بدست بیاوریم .

اگر فرض کنیم که شکل تغذیه استوانه‌ای با ارتفاع H و قطر D که H=D باشد در اینصورت برای تعیین ابعاد آن باید به جدول شماره ۷ مراجعه شود .

همچنین با فرض اینکه درصد انقباض حجمی آلیاژ مورد نظر ما از حالت مایع به جامد برابر با ۴% باشد ، از جدول ۷ خواهیم داشت :



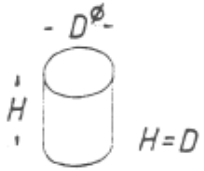
شکل ۶۴ــ رینگ فولادی جهت ریخته‌گری



$b = 2a$ $H = \frac{a+b}{2} = 1.5a$ بدون شماره ۶ ـ تغذیه باز

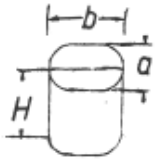
شماره	a	b	H	V	W	حجم قابل تغذیه با درصد انقباض مورد نظر							
						4%		5%		6%		7%	
	mm	mm	mm	cm^3 litres	kg m. tons	V cm^3, l.	W kg, t	V cm^3, l.	W kg, t	V cm^3, l.	W kg, t	V cm^3, l.	W kg, t
0.5	21	42	32	25	0.17	63	0.50	45	0.35	34	0.26	25	0.20
0.6	26	52	38	49	0.34	125	0.97	88	0.69	66	0.51	49	0.35
0.7	30	60	45	72	0.49	180	1.40	130	1.00	96	0.76	72	0.56
0.8	34	68	51	105	0.72	262	2.05	190	1.50	142	1.12	105	0.83
0.9	38	76	57	147	1.0	370	2.90	265	2.06	197	1.55	147	1.15
1.0	43	86	65	212	1.45	530	4.14	380	3.00	285	2.22	212	1.65
1.1	47	94	70	276	1.87	690	5.40	500	3.90	372	2.90	276	2.16
1.2	51	102	76	354	2.40	880	6.90	635	5.00	475	3.70	354	2.75
1.3	55	110	82	396	2.70	990	7.70	710	5.55	535	4.16	396	3.10
1.4	59	118	88	550	3.75	1.4	10.8	1.0	7.80	740	5.75	550	4.30
1.5	64	128	95	705	4.80	1.9	15.0	1.3	10.1	950	7.40	705	5.50
1.6	68	136	102	840	5.70	2.1	17.0	1.5	11.7	1.1	8.60	840	6.55
1.7	72	144	107	1.0	6.80	2.5	20.0	1.8	14.4	1.4	11.0	1.0	7.80
1.8	76	152	114	1.2	8.20	3.0	23.5	2.2	17.1	1.6	12.5	1.2	9.40
1.9	80	160	120	1.4	9.50	3.5	27.5	2.5	19.5	1.9	15.0	1.4	11.0
2.0	85	170	127	1.7	11.5	4.3	33.5	3.1	24.1	2.3	18.0	1.7	13.0
2.2	93	186	139	2.1	14.3	5.3	41.0	3.8	30.0	2.8	22.0	2.1	16.5
2.4	102	204	152	2.8	19.0	7.0	55.0	5.1	40.0	3.8	30.0	2.8	22.0
2.6	110	220	165	3.5	23.8	8.8	69.0	6.3	49.0	4.7	37.0	3.5	27.4
2.8	118	236	177	4.4	30.0	11	86.0	7.9	62.0	5.9	46.0	4.4	34.4
3.0	127	254	190	5.3	36.0	13	100	9.5	74.0	7.2	56.0	5.3	41.4
3.2	135	270	204	6.3	44.0	16	125	12	94.0	8.8	69.0	6.5	51.0
3.4	143	286	215	7.6	52.0	19	150	14	110	10	78.0	7.6	59.0
3.6	152	304	226	9.3	63.0	23	180	17	133	12	94.0	9.3	73.0
3.8	160	320	240	11	75.0	28	220	20	156	15	117	11	86.0
4.0	169	338	252	13	88.0	33	258	23	180	17	133	13	100
4.25	180	360	268	16	110	40	312	29	226	22	171	16	125
4.50	190	380	285	18	123	45	350	33	266	24	187	18	140
4.75	200	400	300	21	143	53	414	38	296	28	219	21	165
5.0	212	424	316	25	170	63	490	45	352	34	265	25	195
5.25	222	444	331	29	197	73	570	52	405	39	305	29	226
5.50	232	464	348	33	225	83	650	60	470	45	352	33	256
5.75	242	484	364	38	258	95	740	68	530	51	400	38	296
6.0	253	506	380	43	292	107	830	77	600	58	455	43	336
6.25	264	528	395	49	334	123	960	88	685	66	515	49	382
6.5	274	548	411	55	375	137	1.1	100	780	74	580	55	430
6.75	284	568	426	61	415	152	1.2	110	860	82	640	61	475
7.0	295	590	442	68	462	170	1.3	123	960	92	715	68	530
7.25	306	612	456	76	518	190	1.5	137	1.1	102	800	76	592
7.50	316	632	474	84	570	210	1.6	151	1.2	114	900	84	655
7.75	326	652	490	92	625	230	1.8	165	1.3	125	1.0	92	715
8.0	337	674	505	102	700	255	2.0	185	1.5	137	1.1	102	800
8.25	348	696	522	112	760	280	2.2	200	1.6	150	1.2	112	875
8.5	358	716	536	123	840	310	2.4	220	1.7	165	1.3	123	960
8.75	370	740	555	137	930	342	2.7	250	2.0	183	1.5	137	1.1
9.0	380	760	570	147	1.0	365	2.9	265	2.1	200	1.6	147	1.2
9.25	390	780	585	157	1.1	390	3.0	285	2.2	210	1.7	157	1.3
9.50	400	800	600	170	1.2	425	3.3	305	2.4	228	1.8	170	1.4
9.75	410	820	618	184	1.3	460	3.6	330	2.6	245	1.9	184	1.5

Scanned by CamScanner



جدول ۷ــ تغذیه باز استوانه‌ای

حجم قابل تغذیه با درصد اتمام مورد نظر								M Kg m.tons	V Cm^3 litres	D^{ϕ}_{H} mm	M_y Cm
٪۲۷		٪۲۶		٪۲۵		٪۲۴					
M Kg,t	V Cm^3,L.	M Kg,t	V Cm^3,L.	M Kg,t	V Cm^3,L.	M Kg,t	V Cm^3,L.				
۰/۱۲	۲۲	۰/۲۲	۳۰	۰/۳۲	۴۰	۰/۴۳	۵۵	۰/۱۵	۲۲	۳۰	۰/۵
۰/۲۹	۳۷	۰/۳۹	۵۰	۰/۵۳	۶۷	۰/۷۳	۹۳	۰/۲۶	۳۷	۳۶	۰/۶
۰/۴۵	۵۷	۰/۶	۷۷	۰/۸۲	۱۰۴	۱/۱۲	۱۴۳	۰/۳۹	۵۷	۴۲	۰/۷
۰/۶۷	۸۶	۰/۹۱	۱۱۶	۱/۲	۱۵۵	۱/۶۸	۲۱۵	۰/۵۹	۸۶	۴۸	۰/۸
۰/۹۶	۱۲۳	۱/۳	۱۶۵	۱/۸۲	۲۳۰	۲/۵	۳۱۸	۰/۸۲	۱۲۳	۵۴	۰/۹
۱/۳۱	۱۶۹	۱/۸	۲۲۸	۲/۱	۳۰۵	۳/۳	۴۲۲	۱/۱۵	۱۶۹	۶۰	۱
۱/۷۵	۲۲۵	۲/۳۷	۳۰۴	۳/۱۷	۴۰۵	۴/۴	۵۶۲	۱/۵۵	۲۲۵	۶۶	۱/۱
۲/۲۶	۲۹۰	۳/۸۵	۴۹۲	۴/۱	۵۲۵	۵/۷	۷۲۵	۱/۹۷	۲۹۰	۷۲	۱/۲
۲/۹	۳۷۰	۳/۹	۵۰۰	۵۲/۵	۶۷۰	۷/۲	۹۲۵	۲/۵۲	۳۷۰	۷۸	۱/۳
۳/۶	۴۶۰	۴/۹	۶۲۵	۶/۵	۸۳۰	۹/۲	۱/۲	۳/۱۲	۴۶۰	۸۴	۱/۴
۴/۴۵	۵۷۰	۶	۷۷۰	۷/۸	۱	۱۰/۹	۱/۴	۳/۸۸	۵۷۰	۹۰	۱/۵
۵/۴	۶۹۰	۷/۳	۹۴۰	۱۰/۲	۱/۳	۱۳/۳	۱/۷	۴/۷	۶۹۰	۹۶	۱/۶
۶/۴	۸۲۰	۸/۶	۱/۱	۱۱/۷	۱/۵	۱۶/۴	۲/۱	۵/۶	۸۲۰	۱۰۲	۱/۷
۷/۷۵	۹۸۰	۱۰/۲	۱/۳	۱۴	۱/۸	۱۹/۵	۲/۵	۶/۷	۹۸۰	۱۰۸	۱/۸
۹/۳۵	۱/۲	۱۲/۵	۱/۶	۱۷/۲	۲/۲	۲۳/۵	۳	۸۲۰	۱/۲	۱۱۲	۱/۹
۱۰/۹	۱/۴	۱۴/۸	۱/۹	۱۹/۵	۲/۵	۲۷/۴	۳/۵	۹/۵	۱/۴	۱۲۰	۲
۱۴/۸	۱/۹	۲۰/۳	۲/۶	۲۶/۵	۳/۴	۳۷/۵	۴/۸	۱۲	۱/۹	۱۳۲	۲/۲
۱۸	۲/۳	۲۴/۲	۳/۱	۳۲	۴/۱	۴۵/۲	۵/۸	۱۵/۵	۲/۳	۱۴۴	۲/۴
۱۴/۲	۳/۱	۳۲/۸	۴/۲	۴۳/۶	۵/۶	۶۱	۷/۸	۲۱	۳/۱	۱۵۶	۲/۶
۲۸/۹	۳/۷	۳۹	۵	۵۲/۲	۶/۷	۷۲/۵	۹/۳	۲۵/۱	۳/۷	۱۶۸	۲/۸
۲۵/۲	۴/۵	۴۲/۶	۶/۱	۶۳/۵	۸/۱	۸۶	۱۱	۳۰/۵	۴/۵	۱۸۰	۳
۴۳	۵/۵	۵۸/۵	۷/۵	۷۷/۵	۹/۹	۱۰۹	۱۴	۳۷/۵	۵/۵	۱۹۲	۳/۲
۵۱/۵	۶/۶	۷۰/۵	۹	۹۳/۵	۱۲	۱۳۳	۱۷	۴۵	۶/۴	۲۰۲	۳/۴
۶۱	۷/۸	۸۶	۱۱	۱۰۹	۱۴	۱۵۶	۲۰	۵۳	۷/۸	۲۱۶	۳/۶
۷۲/۵	۹/۳	۱۰۱	۱۳	۱۳۳	۱۷	۱۸۰	۲۳	۶۲	۹/۳	۲۲۸	۳/۸
۸۶	۱۱	۱۱۲	۱۵	۱۵۶	۲۰	۲۱۸	۲۸	۷۵	۱۱	۲۴۰	۴
۱۰۱	۱۳	۱۴۱	۱۸	۱۷۲	۲۲	۲۵۶	۳۳	۸۸	۱۳	۲۵۶	۴/۲۵
۱۰۷	۱۵	۱۵۶	۲۰۰	۲۱۰	۲۷	۲۹۸	۳۸	۱۰۲	۱۵	۲۷۰	۴/۵۰
۱۴۱	۱۸	۱۸۷	۲۰	۲۵۶	۳۳	۳۵۲	۴۵	۱۲۳	۱۸	۲۸۵	۴/۷۵
۱۶۲	۲۱	۲۲۶	۲۹	۲۹۶	۳۸	۴۱۵	۵۲	۱۴۲	۲۱	۳۰۰	۵
۱۹۵	۲۵	۲۶۵	۳۴	۳۵۲	۴۵	۴۹۱	۶۲	۱۲۰	۲۵	۳۱۵	۵/۲۵
۲۱۸	۲۸	۲۹۶	۳۸	۴۰۰	۵۱	۵۴۸	۷۰	۱۹۰	۲۸	۳۳۰	۵/۵۰
۲۵۰	۳۲	۳۳۶	۴۲	۴۵۲	۵۸	۶۲۵	۸۱	۲۱۸	۳۲	۳۴۵	۵/۷۵
۲۹۰	۳۷	۳۹۰	۵۰	۵۲۳	۶۷	۷۲۵	۹۳	۲۵۲	۳۷	۳۶۰	۶

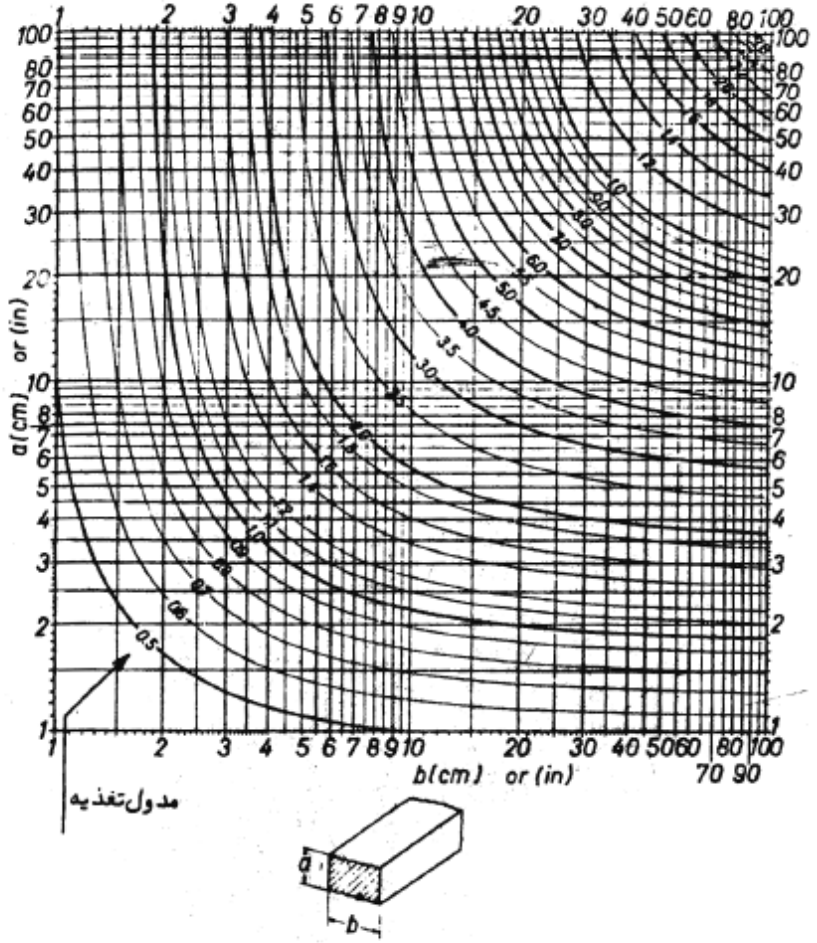


$b = 1.5\,a$

$H = \frac{a+b}{2} = 1.25\,a$

جدول ۹ــ تغذیه باز چهارگوش

حجم قابل تغذیه با درصد انقباض مورد نظر								W	V	H	b	a	M_F
٪۲۷		٪۶		٪۵		٪۲		Kg	cm^2				
W ت ،Kg	V L ،cm^3	W ت ،Kg	V L ،cm^3	W ت ،Kg	V L ،cm^3	W ت ،Kg	V L ،cm^3	ت.	ا.	mm	mm	mm	cm
۰/۱۹	۲۲	۰/۲۶	۳۳	۰/۳۲	۲۲	۰/۲۷	۶۰	۰/۱۶	۲۲	۳۰	۳۶	۲۲	۰/۵
۰/۳۱	۲۰	۰/۴۲	۵۴	۰/۵۶	۷۲	۰/۷۸	۱۰۰	۰/۲۷	۴۰	۳۷	۴۲	۲۹	۰/۶
۰/۴۸	۶۲	۰/۶۵	۸۲	۰/۸۸	۱۱۲	۱/۲	۱۵۵	۰/۴۱	۶۲	۴۳	۵۱	۳۲	۰/۷
۰/۷۲	۹۲	۰/۹۷	۱۲۵	۱/۳	۱۶۷	۱/۸۲	۲۳۵	۰/۶۳	۹۳	۴۹	۵۹	۳۹	۰/۸
۱/۰۳	۱۳۲	۱/۳	۱۷۸	۱/۸	۲۳۲	۲/۸۵	۳۳۰	۰/۹	۱۳۲	۵۵	۶۶	۴۴	۰/۹
۱/۴۲	۱۸۲	۱/۹	۲۴۵	۲/۵۵	۳۲۶	۳/۵۵	۴۵۵	۱/۲۵	۱۸۲	۶۱	۷۳	۴۹	۱
۱/۸۲	۲۳۰	۲/۵۴	۳۲۵	۳/۳۵	۴۳۰	۴/۷	۶۰۰	۱/۶۳	۲۴۰	۶۷	۸۱	۵۴	۱/۱
۲/۴۵	۳۱۵	۳/۳	۴۲۵	۴/۴	۵۶۵	۶/۱۵	۷۹۰	۲/۱۵	۳۱۵	۷۳	۸۸	۵۹	۱/۲
۳/۱۲	۴۰۰	۴/۲	۵۴۰	۵/۶	۷۲۰	۷/۸	۱	۲/۷۲	۴۰۰	۷۹	۹۵	۶۳	۱/۳
۳/۹۰	۵۰۰	۵/۳	۶۸۰	۷	۹۰۰	۱۰	۱/۳	۳/۴	۵۰۰	۸۵	۱۰۲	۶۸	۱/۴
۴/۲۵	۶۰۰	۶/۵	۸۲۵	۸/۶	۱/۱	۱۱/۲	۱/۵	۴/۱۵	۶۱۰	۹۱	۱۱۰	۷۳	۱/۵
۵/۸	۲۴۰	۲/۸	۱	۱۰	۱/۳	۱۵	۱/۹	۵	۳۴۰	۹۷	۱۱۷	۷۸	۱/۶
۷	۸۹۰	۹/۳	۱/۲	۱۲	۱/۶	۱۷	۲/۲	۶	۵۹۰	۱۰۳	۱۲۵	۸۳	۱/۷
۷/۸	۱	۱۱	۱/۴	۱۴	۱/۸	۱۹/۵	۲/۵	۶/۸	۱	۱۰۹	۱۳۲	۸۸	۱/۸
۹/۴	۱/۲	۱۳	۱/۶	۱۷	۲/۱	۲۳/۴	۳	۸/۲	۱/۲	۱۱۵	۱۳۸	۹۲	۱/۹
۱۲	۱/۵	۱۶	۲	۲۱	۲/۷	۲۹	۳/۷	۱۰	۱/۵	۱۲۱	۱۴۵	۹۷	۲
۱۵	۱/۹	۲۰	۲/۶	۲۷	۳/۴	۳۷/۵	۴/۸	۱۳	۱/۹	۱۳۳	۱۶۰	۱۰۷	۲/۲
۲۰	۲/۵	۲۷	۳/۴	۳۵	۴/۵	۴۹	۶/۳	۱۷	۲/۵	۱۴۵	۱۷۲	۱۱۶	۲/۴
۲۶	۳/۴	۳۴	۴/۶	۴۸	۶/۱	۶۶	۸/۵	۲۳	۳/۴	۱۵۷	۱۸۹	۱۲۶	۲/۶
۳۲	۴	۴۲	۵/۴	۵۶	۷/۱	۷۸	۱۰	۲۷	۴	۱۶۹	۲۰۳	۱۳۵	۲/۸
۳۸	۴/۹	۵۲	۶/۶	۶۸	۸/۸	۹۲	۱۲	۳۲	۴/۹	۱۸۱	۲۲۰	۱۴۷	۳
۴۶	۵/۹	۶۲	۸	۸۶	۱۱	۱۱۷	۱۵	۴۰	۵/۹	۱۹۳	۲۳۳	۱۵۵	۳/۲
۵۶	۷/۲	۷۷	۹/۸	۱۰۰	۱۳	۱۴۰	۱۸	۴۹	۷/۲	۲۰۵	۲۴۸	۱۶۵	۳/۴
۶۶	۸/۵	۹۲	۱۲	۱۱۸	۱۵	۱۶۴	۲۱	۵۸	۸/۵	۲۱۸	۲۶۳	۱۷۵	۳/۶
۷۸	۱۰	۱۰۹	۱۴	۱۴۰	۱۸	۱۹۵	۲۵	۶۸	۱۰	۲۳۰	۲۷۷	۱۸۵	۳/۸
۹۲	۱۲	۱۲۵	۱۶	۱۷۰	۲۲	۲۳۳	۳۰	۸۲	۱۲	۲۴۲	۲۹۳	۱۹۵	۴
۱۱۰	۱۴	۱۴۸	۱۹	۱۹۵	۲۵	۲۷۳	۳۵	۹۵	۱۴	۲۵۴	۳۱۰	۲۰۶	۴/۲۵
۱۲۵	۱۶	۱۷۱	۲۲	۲۳۰	۲۹	۳۱۲	۴۰	۱۰۹	۱۶	۲۷۲	۳۲۶	۲۱۸	۴/۵
۱۵۰	۱۹	۲۰۳	۲۶	۲۶۵	۳۳	۳۷۵	۴۸	۱۳۰	۱۹	۲۸۶	۳۴۵	۲۳۰	۴/۷۵
۱۷۰	۲۲	۲۲۲	۳۰	۳۱۴	۴۰	۴۳۰	۵۵	۱۵۰	۲۲	۳۰۲	۳۶۲	۲۲۲	۵
۲۰۰	۲۶	۲۷۲	۳۵	۳۶۶	۴۷	۵۱۲	۶۶	۱۷۷	۲۶	۳۱۶	۳۸۰	۲۵۳	۵/۲۵
۲۳۰	۳۰	۳۱۲۰	۴۱	۴۲۰	۵۲	۵۸۶	۷۵	۲۰۳	۳۰	۳۲۲	۴۰۰	۲۶۶	۵/۵
۲۷۰	۳۵	۳۷۵	۴۸	۴۹۰	۶۲	۶۸۵	۸۸	۲۳۸	۳۵	۳۲۷	۴۱۵	۲۷۶	۵/۷۵
۳۰۰	۳۹	۴۱۴	۵۳	۵۴۵	۷۰	۷۶۵	۹۸	۲۶۵	۳۹	۳۶۲	۴۲۰	۲۸۰	۶



شکل ۵۸ــ تعیین مدول تغذیه از روی ابعاد سطح مقطع قطعه که بصورت یک میله با طول نا محدود باشد (f = ۱/۱)

$M_F = 4.5$ cm و $H=D = 27$ mm و $V_F = 15\ dm^3$

$V = 38\ dm^3$ (حجمی از قطعه که توسط یک تغذیه کمبود مذاب خود را جبران می کند)

با توجه به حجم کل قطعه که برابر با $117\ dm^3$ است ، تعداد تغذیه مورد نیاز بدست می آید .

$$\text{تعداد تغذیه مورد نیاز} = \frac{117}{38} = 3 \text{ عدد}$$

حال باید بررسی شود که آیا مجموع منطقه اثر سه تغذیه برای محیط متوسط قطعه کافی هست یا نه (شکل ۶۵) ، چون در صورتی که مجموع منطقه اثر سه تغذیه برابر با محیط متوسط قطعه نباشد باید شکل یا تعداد یا اندازهٔ تغذیه‌ها را طوری تصحیح نمائیم که مجموع منطقهٔ اثر سه تغذیه حداقل برابر با محیط متوسط قطعه گردد .

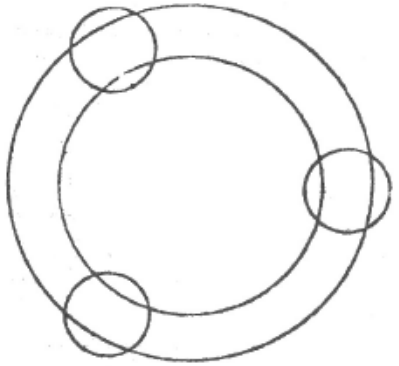
برای محاسبه منطقه اثر هر تغذیه و با توجه به شکل ۱۴ برای قطعه میله‌ای با یک تغذیه بدون در نظر گرفتن اثر انتهائی قطعه خواهیم داشت .

$$\text{منطقه اثر یک تغذیه} = 2T + 2T = 4\ T = 4 \times 100 = 400 \text{mm}$$

$$\text{منطقه اثر سه تغذیه} = 400 \times 3 = 1200 \text{ mm}$$

$$\text{قطر سه تغذیه + منطقه اثر سه تغذیه} = 1200 + 3 \times 270 = 2010 \text{ mm}$$

با توجه به محیط متوسط رینگ که برابر است با ۳۹۰۰ mm ، معلوم می‌گردد که این سه تغذیه کافی نیست . برای تصحیح کار یکی از سه روش زیر را باید انتخاب نمائیم .



شکل ۶۵ـ طرز قرار گرفتن سر تغذیه روی رینگ فولادی

روش ۱ ــ افزایش تعداد تغذیه‌ها

با ازدیاد تعداد تغذیه‌ها به ۴ یا ۵ عدد نمی‌توان به منطقه اثر کافی دست یافت . تنها با ۶ تغذیه به قطر ۲۷۰ mm وارتفاع ۲۷۰ mm به منطقه اثری بیشتر از محیط متوسط قطعه خواهیم رسید .

قطر ع تغذیه + منطقه اثر ع تغذیه = 6x400+6x270 = 2400+1620=4020 mm

پس در شرایط معمولی با ع تغذیه قاد ربه تولید قطعه سالم خواهیم بود .

روش ۲ ــ اگربین هر دو تغذیه یک مبرد خارجی قرار دهیم (شکل ۶۶) با افزایش منطقه اثر هر تغذیه و با توجه به شکل ۱۴ خواهیم داشت :

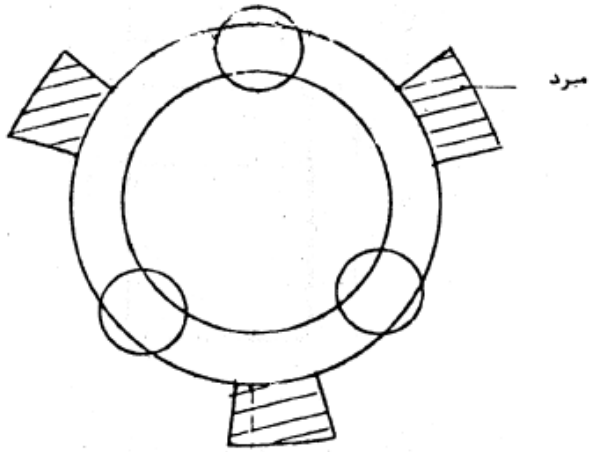
منطقه اثرهرمبرد = 2(2.5T+50mm) = 2(2.5x100+50) = 600 mm

منطقه اثر سه‌مبرد = 600 x 3 = 1800 mm

منطقه اثر سه تغذیه و قطر آنها = 2010 mm

مجموع منطقه اثر تغذیه و مبرد = 2010 + 1200 = 3210 mm

با در نظرگرفتن طول هر مبرد تقریبا " سه تغذیه وسه مبرد برای ریخته‌گری این قطعه کفایت خواهند نمود . چون با فرض طول هر مبرد برابر با ۲۰۰ mm برای سه مبرد می‌شود ۶۰۰ mm لذا طول منطقه اثر خواهد شد ۳۸۱۰ mm = ۶۰۰ + ۳۲۱۰ که نزدیک به محیط متوسط رینگ یعنی ۳۹۰۰ mm بوده وقابل قبول می‌باشد .



شکل ۶۶ــ استفاده از مبرد خارجی

روش ۳ ــ با تغییر شکل تغذیه‌ها از مقطع دایره‌ای به مقطع مستطیلی:

با مراجعه به جدول ۱۱ ابعاد تغذیه‌ای را با مدول ۴/۵cm (که قبلا" محاسبه شده) بدست می‌آوریم:

a = 190 mm

H = 285 mm

b = 380

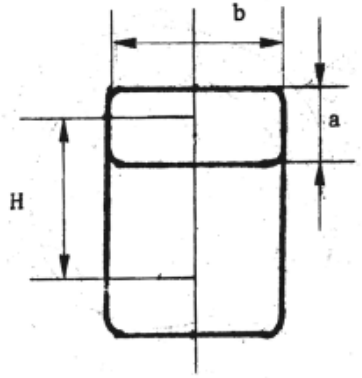
تعداد مورد نیاز از این تغذیه ۵ عدد خواهد بود. (شکل ۶۷)

مجموع منطقه اثر ۵ تغذیه + 5b = 5 x 400 + 50 x 380=3900mm

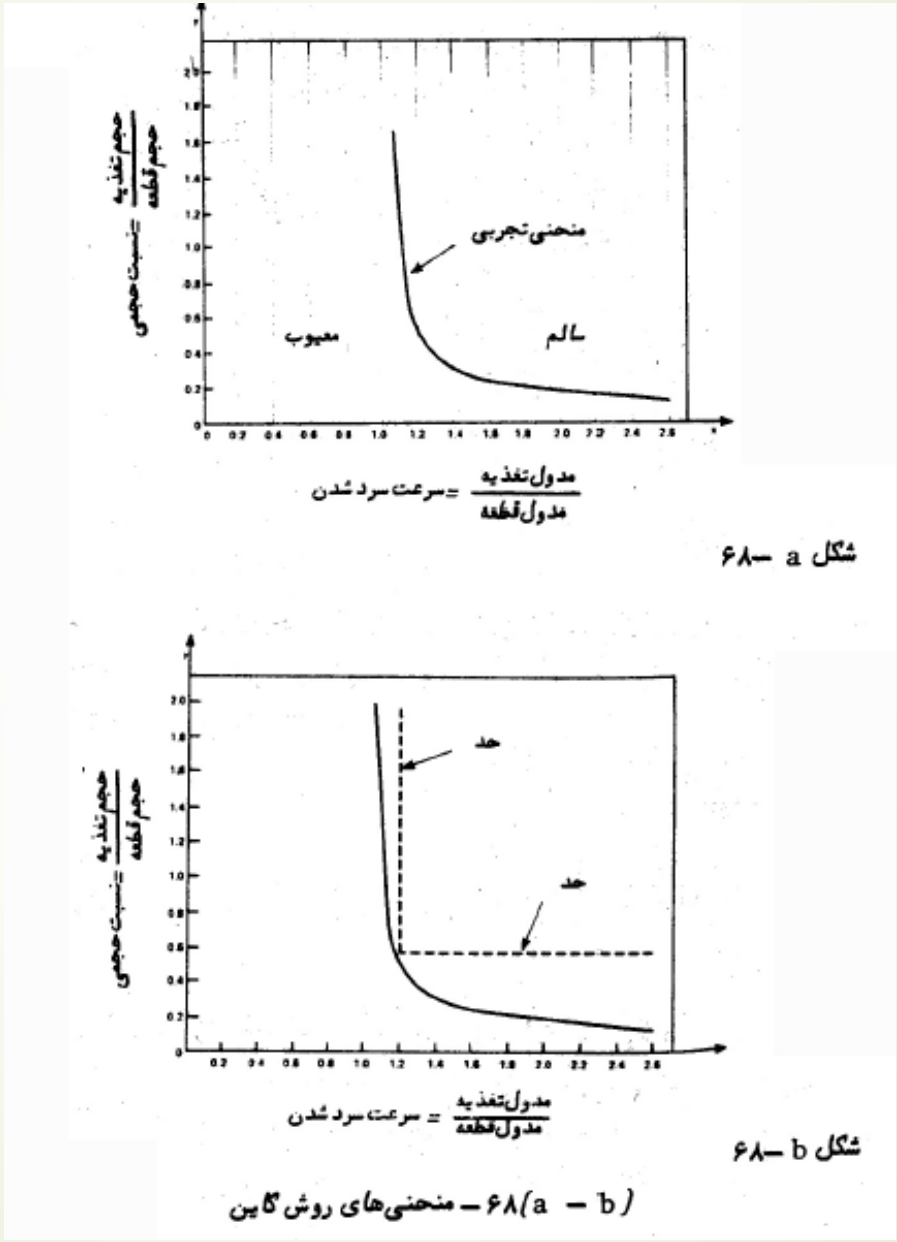
که برابر با محیط متوسط قطعه بوده و نشاندهنده کافی بودن منطقه اثر تغذیه‌ها می‌باشد.

البته این ۵ تغذیه حتی برای حجمی بمراتب بیشتر از حجم قطعه مورد نظر ما نیز کافی می‌باشد و این اضافه حجم تغذیه‌ها از راندمان تولید خواهد کاست ولی نهایتا" باید با بررسی‌های کلی در مواردی چون شرایط برش و تمیزکاری یا مراحل دیگر تولید در کارگاه تصمیم‌گیری نمود که آیا ۵ تغذیه بزرگ مناسب‌تر است یا ۶ تغذیه کوچکتر؟

تذکر: البته قبل از محاسبه مدول حرارتی تغذیه و انتخاب ضریب اطمینان f = 1.2، لازم بود بهترین و مناسبترین نوع تغذیه و مقدار ضریب f را از روی شکل و مدول قطعه تعیین می‌نمودیم. برای این کار می‌توانستیم مستقیما" با داشتن مدول قطعه (M_C =۳/۷۵cm) و درصد انقباض جمی فولاد (S= ۴ %) به شکل ۵۰ مراجعه کرده و تغذیه مناسب را برای



شکل ۶۷ــ تغذیه باز با سطح مقطع چهارگوش



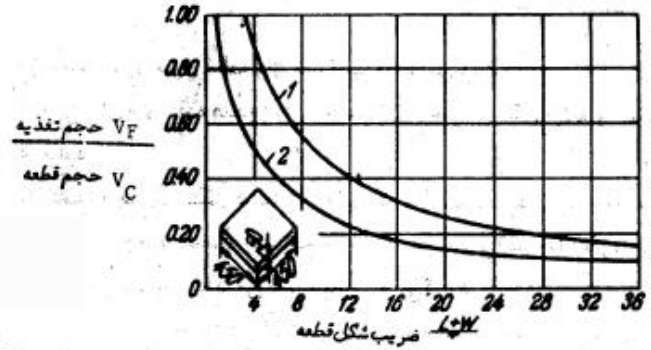
شکل a ـ۶۸

شکل b ـ۶۸

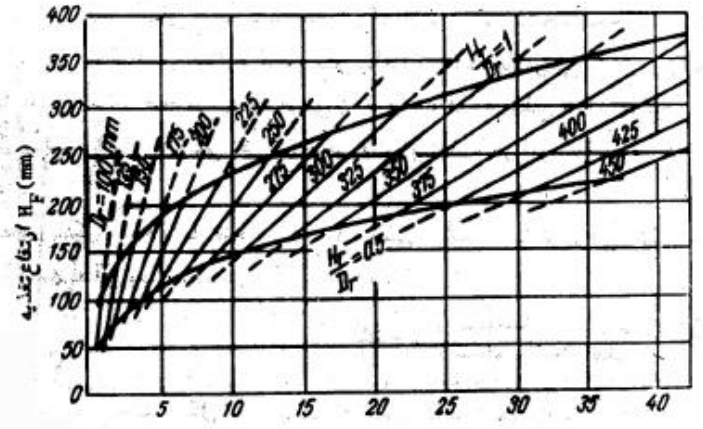
۶۸(a – b) ـ منحنی‌های روش گاین

مثال ۱:

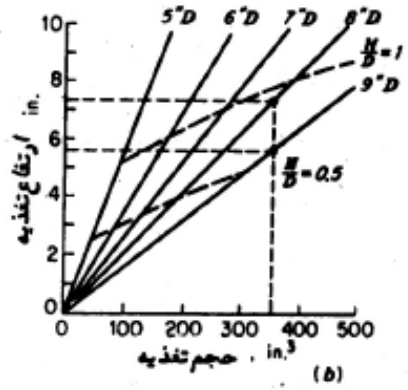
رینگی را که در روش کاوارینف بطور مثال در نظر گرفته بودیم مجددا" در این روش مورد بررسی قرار می‌دهیم (شکل ۷۳). اگر فرض کنیم که این رینگ با یک تغذیه ریخته‌گری شود.



شکل ۶۹ـ چگونگی ارتباط ضریب شکل قطعه $(\frac{L+W}{T})$ و نسبت حجمی $(\frac{V_F}{V_C})$



شکل ۷۰ـ تعیین ارتفاع تغذیه از روی حجم آن در سیستم متریک



$\frac{L+W}{T} = \frac{30+5}{5} = 7$

$\frac{R_V}{C_V} = 0.5$ (a)

$C_V = 30 \times 5 \times 5 = 750 in.^3$

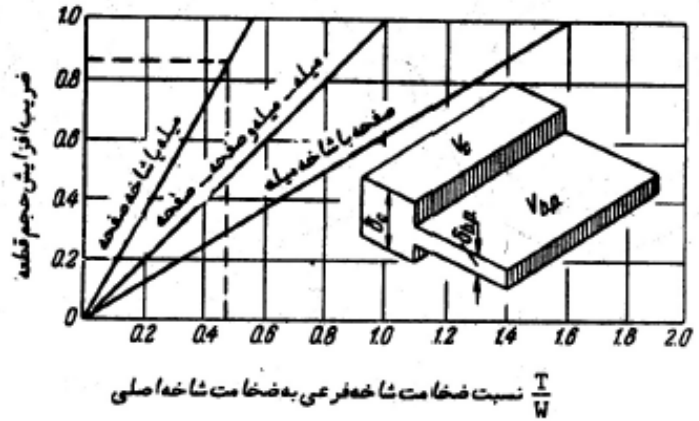
$R_V = 750 \times 0.5 = 375 in.^3$

حجم تغذیه = $375 in.^3$ (b)

8"D 7½" H

9"D 5½" H

شکل ۷۱ــ تعیین ارتفاع تغذیه از روی حجم آن در سیستم اینچی



شکل ۷۲ــ تعیین ضریب افزایش حجم قطعه در اثر اتصال شاخه به آن

$$\text{ضریب شکل قطعه} = \frac{L + W}{T} = \frac{3900+300}{100} = 42$$

تذکر: بادرنظر گرفتن ابعاد مقطع قطعه که برابر با ۱۰۰x۳۰۰ است بعد کمتر قطعه بعنوان ضخامت تلقی می‌شود و در رابطه بالا نیز همینطور عمل شده است.

با مراجعه‌به منحنی شکل ۶۹ و دانستن ضریب شکل، نسبت حجم تغذیه به حجم قطعه بدست می‌آید.

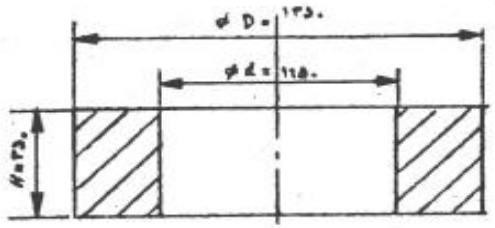
$$\frac{\text{حجم تغذیه } V_F}{\text{حجم قطعه } V_C} = 0.12$$

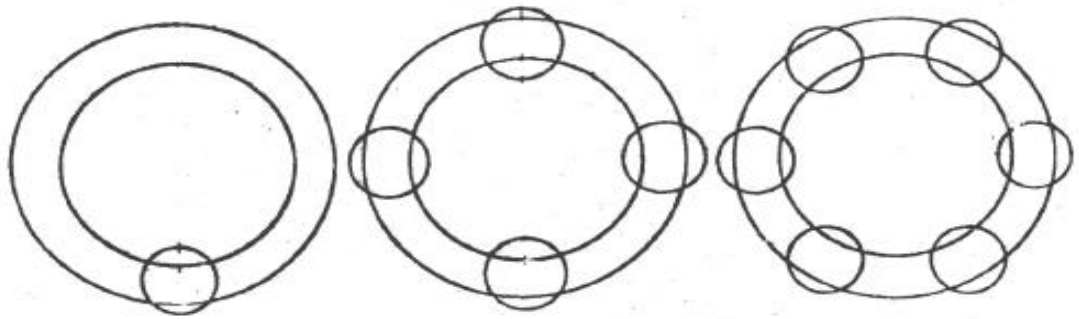
$V_C = 117\ dm^3$, $V_F = 0.12V_C = 0.12x117 = 14 dm^3$

از روی‌منحنی‌شکل ۷۰ با فرض اینکه تغذیه بشکل استوانه بانسبت‌ابعادی $\frac{D}{H} = ۱/۵$ باشد خواهیم داشت:

قطر تغذیه $D = 300mm$

ارتفاع تغذیه $H = 200mm$





اما با توجه به منطقه اثر یک تغذیه برای این رینگ که برابر است با ۴۰۰ mm مشاهده می‌گردد که یک تغذیه کافی نیست تا تمام محیط متوسط رینگ را بپوشاند. چون محیط متوسط رینگ‌برابر با ۳۹۰۰ mm و قطر یک تغذیه برابر با ۳۰۰ mm بدست آمده بود لذا منطقه اثری که باید یک تغذیه داشته باشد خواهد بود.

$$\text{منطقه اثر موردنیاز} = \frac{3900 - 300}{2} = \frac{3600}{2} = 1800 \text{ mm}$$

با توجه به منطقه اثر یک تغذیه برای این قطعه که برابر است با ۴۰۰ mm (در مثالهای‌قبلی‌محاسبه‌شده‌بود) وقطر تغذیه یعنی ۳۰۰ mm کلا" منطقه اثر یک‌تغذیه خواهد شد.

$$400 + 300 = 700 \text{ mm}$$

در نتیجه با مقایسه با ۱۸۰۰ mm این مقدار کافی نیست و در صورت استفاده از یک تغذیه مقداری از قطعه دارای حفره انقباضی خواهد شد. لذا باید بر تعداد تغذیه‌ها افزود تا مجموع منطقه اثر آنها تمام محیط متوسط رینگ را بپوشاند.

اگر ع تغذیه در نظر گرفته شود، حجمی از قطعه که باید کمبود مذاب خود را ازیک تغذیه جبران کند برابر میشود با:

$$\frac{117}{6} = 19.5 \text{ dm}^3$$

ضریب شکل برای $\frac{1}{6}$ حجم قطعه خواهد شد.

$$\frac{L+W}{T} = \frac{3900 \div 6 + 300}{100} = 9.5$$

با استفاده‌از منحنی شکل ۶۹ نسبت $\frac{V_F}{V_C}$ برابر ۰/۴۲ بدست می‌آید و در نتیجه حجم یک‌تغذیه مساوی است با $V_F = ۰/۴۲ \times ۱۹/۵ = ۸/۲ \text{ dm}^3$ و از روی منحنی شکل ۷۰ ارتفاع و قطر تغذیه تعیین می‌شود.

D=250 mm
H=175 mm

مناطق اثر شش تغذیه برابر است با:

$$\text{منطقه اثر یک تغذیه} = 2T + 2T = 4T = 4 \times 100 = 400 \text{ mm}$$