

باسمه تعالی

# زلزله‌ی کرمانشاه، نقطه‌ی عطف ساخت‌وسازها در کشور

بخش اول: کیفیت مصالح فولادی در ساخت‌وسازها

شرکت بین‌المللی بازرسی کالای تجاری IGI



زمستان ۱۳۹۶

## ۱ کیفیت مصالح فولادی

به منظور بررسی کیفیت و استحکام مقاطع مختلف فولادی، نمونه‌برداری‌های متعددی از مصالح به کار رفته در سازه‌های مناطق زلزله‌زده توسط شرکت IGI صورت گرفت. با استفاده از آنالیز کوانتومتری، به بررسی ترکیب شیمیایی نمونه‌های فولادی پرداخته شد. سپس نمونه‌ها توسط تست‌های کشش، خمش و سختی بررسی شدند.

### ۱.۱ کدبندی نمونه‌ها

نمونه‌های جمع‌آوری شده از مناطق مختلف شامل مقاطع اشکل، میلگرد، نبشی و قوطی می‌باشد. کدگذاری نمونه‌ها جهت انجام تست‌های مربوطه در جدول ۱ آمده است.

جدول ۱ - کدبندی نمونه‌های زلزله‌ی کرمانشاه

کد	مقطع	بافت	منطقه / نوع ساختمان
No.1	اشکل	روستایی	تپه‌ی قدیم تازه ساز
No.2	اشکل	شهری	فنی و حرفه‌ای ۱۰ سال ساخت
No.3	اشکل	روستایی	کونیک محمود
No.4	اشکل	شهری	ساختمان فیزی ۱ سال ساخت
No.5	اشکل	شهری	ساختمان فیزی ۱ سال ساخت جشن تولد
No.6	میلگرد	شهری	۱ سال ساخت (ثروتمندترین فرد)
No.7	میلگرد	شهری	۳ سال ساخت
No.8	میلگرد	شهری	محله فولادی
No.9	میلگرد	روستایی	تپه‌ی قدیم
No.10	میلگرد	روستایی	کونیک محمود
No.11	میلگرد	شهری	سرپل ذهاب
No.12	میلگرد	شهری	فنی و حرفه‌ای
No.13	میلگرد	شهری	مسکن مهر
No.14	میلگرد	شهری	مسکن مهر
No.15	میلگرد	شهری	سازه فیزی تخریب کامل
No.16	نبشی	شهری	مسکن مهر
No.17	نبشی	روستایی	تپه‌ی قدیم
No.18	نبشی	شهری	۳ سال ساخت
No.19	قوطی	شهری	ساختمان فیزی تخریب کامل
No.20	قوطی	شهری	مسکن مهر

### ۱.۲ بررسی نمونه‌ها با استفاده از آنالیز کوانتومتری

آنالیز شیمیایی نمونه‌ها با استفاده از دستگاه کوانتومتری انجام گرفت، که نتایج آن در جدول ۲ آمده است. این نتایج در جدول ۳ تحلیل شده است.

جدول ۲ - نتایج آزمون کوانتومتری

Fe	Zn	Bi	Zr	Nb	B	Pb	Al	Co	Sn	As	Ti	W	Cu	V	Mo	Cr	Ni	Mn	P	S	Si	C	کد
98.97	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	0.003	0.008	0.001	0.001	0.021	0.005	0.001	0.009	0.011	0.516	0.019	0.03	0.262	0.131	No.1
98.81	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.01	0.005	0.004	0.001	0.001	0.016	0.009	0.001	0.008	0.032	0.597	0.025	0.026	0.27	0.176	No.2
98.74	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.013	0.004	0.005	0.001	0.001	0.029	0.007	0.001	0.007	0.028	0.656	0.02	0.028	0.288	0.163	No.3
98.96	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.014	0.006	0.007	0.001	0.001	0.016	0.005	0.001	0.005	0.042	0.541	0.021	0.018	0.258	0.098	No.4
98.95	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.004	0.003	0.011	0.001	0.001	0.016	0.006	0.001	0.009	0.01	0.553	0.022	0.036	0.25	0.114	No.5
98.42	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008	0.007	0.018	0.005	0.002	0.001	0.147	0.013	0.003	0.076	0.059	0.586	0.031	0.058	0.248	0.306	No.6
98.27	0.006	0.001	0.001	0.003	0.001	0.001	0.003	0.007	0.037	0.002	0.001	0.001	0.115	0.01	0.037	0.44	0.072	0.514	0.016	0.029	0.191	0.239	No.7
98.72	0.013	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.007	0.016	0.004	0.001	0.001	0.132	0.005	0.004	0.09	0.05	0.455	0.026	0.043	0.118	0.302	No.8
98.51	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.008	0.012	0.005	0.002	0.001	0.132	0.005	0.005	0.094	0.051	0.531	0.025	0.058	0.21	0.329	No.9
97.46	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.008	0.013	0.006	0.002	0.001	0.168	0.005	0.015	0.109	0.09	1.144	0.021	0.038	0.553	0.361	No.10
98.54	0.003	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.007	0.006	0.006	0.002	0.001	0.001	0.032	0.006	0.002	0.04	0.029	0.564	0.024	0.023	0.211	0.498	No.11
98.73	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.03	0.009	0.004	0.001	0.002	0.001	0.044	0.003	0.001	0.016	0.02	0.55	0.014	0.019	0.222	0.323	No.12
98.51	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.008	0.013	0.005	0.002	0.001	0.134	0.006	0.005	0.094	0.051	0.533	0.027	0.055	0.213	0.332	No.13
97.69	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.006	0.006	0.001	0.002	0.001	0.01	0.009	0.001	0.011	0.024	1.463	0.019	0.017	0.405	0.325	No.14
99.28	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.005	0.023	0.001	0.001	0.001	0.037	0.003	0.001	0.005	0.021	0.227	0.026	0.021	0.029	0.317	No.15
99.47	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.016	0.004	0.023	0.001	0.001	0.034	0.002	0.001	0.031	0.038	0.298	0.033	0.013	0.001	0.024	No.16
98.62	0.012	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.008	0.014	0.003	0.002	0.001	0.139	0.026	0.004	0.122	0.059	0.533	0.046	0.053	0.246	0.103	No.17
98.86	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.006	0.005	0.026	0.001	0.001	0.001	0.04	0.011	0.001	0.013	0.036	0.577	0.022	0.044	0.177	0.173	No.18
98.96	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.004	0.009	0.004	0.001	0.002	0.001	0.057	0.007	0.023	0.162	0.044	0.429	0.015	0.016	0.1	0.158	No.19
98.74	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.003	0.008	0.009	0.002	0.002	0.001	0.134	0.011	0.003	0.035	0.028	0.519	0.014	0.022	0.208	0.196	No.20

جدول ۳- تحلیل نتایج آزمون کوانتومتری

شماره نمونه	میزان کربن در نمونه	بازه استاندارد کربن	تطابق میزان کربن بر حسب استاندارد	بررسی عناصر آلیاژی	تطابق میزان عناصر آلیاژی بر حسب استاندارد
No.1	0.131	%C=0.08-1.1 در فولادهای ساختمانی به طور عمومی %-0.15-0.29	ندارد	%Si=0.7-1.15 %Mn=0.10-2.0 %Cu=0.04-0.5 %S=0.01-0.055 %P=0.02-0.085 در فولادهای ساختمانی به طور عمومی: %-0.35 کمتر از %Mn=0.5-1.0 %Cu=0.25-0.55 %-S حد اقل ممکن %-P حد اقل ممکن	مطلوب، فقط مس کم
No.2	0.176		مناسب		مطلوب، فقط مس کم
No.3	0.163		مناسب		مطلوب، فقط مس کم
No.4	0.098		ندارد		مطلوب، فقط مس کم
No.5	0.114		ندارد		مطلوب، فقط مس کم
No.6	0.306		ندارد		مطلوب، سولفور کمی بالا
No.7	0.239		مناسب		مطلوب
No.8	0.302		ندارد		مطلوب
No.9	0.329		ندارد		مطلوب، سولفور کمی بالا
No.10	0.361		ندارد		منگنز و سیلیس بالا
No.11	0.498		ندارد		مطلوب مس کم
No.12	0.323		ندارد		مطلوب
No.13	0.332		ندارد		مطلوب
No.14	0.325		ندارد		سیلیس بالا، منگنز خیلی بالا، مس کم
No.15	0.317		ندارد		سیلیس کم، منگنز کم
No.16	0.024		ندارد		منگنز و مس کم، سبیس خیلی کم
No.17	0.103		ندارد		مطلوب
No.18	0.175		مناسب		مطلوب
No.19	0.158		مناسب		مطلوب
No.20	0.196		مناسب		مطلوب

فولادهای ساختمانی عموماً در دسته فولادهای با کربن نسبتاً متوسط (درصد کربن بین ۰/۱۵٪ تا ۰/۲۹٪) قرار دارند. داشتن کربن کم تر از اندازه، منجر به کاهش استحکام فولاد و افزایش آن منجر به ترد شدن آن می گردد. در این راستا، نمونه های ۲، ۳، ۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ دارای درصد کربن مطابق با استاندارد می باشند.

از نظر عناصر آلیاژی، نمونه های ۷، ۸، ۱۲، ۱۳، ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ در وضعیت مناسبی هستند. نمونه های ۱۰ (روستای کوئیک محمود) و ۱۴ (مسکن مهر) به علت سیلیسیم بالا، فولاد را ترد و شکننده می کنند و نمونه های ۶ (شهری یک سال ساخت) و ۹ (روستای تیانی قدیم) به علت گوگرد بالا، خواص استحکامی را می کاهند. منگنز و مس استحکام را افزایش می دهد.

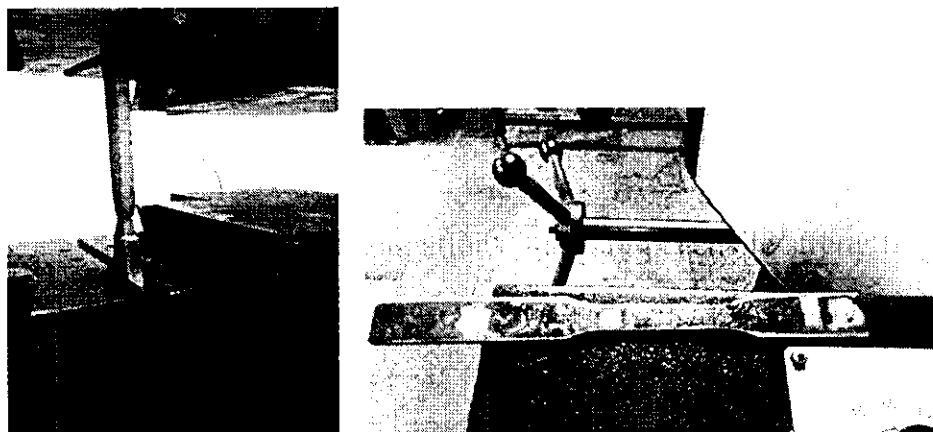
با تطابق موارد فوق، شاهد آن هستیم که نمونه های ۷، ۱۸، ۱۹ و ۲۰ از نظر تطابق استاندارد میزان

کربن و عناصر آلیاژی در وضعیت خوبی بوده و قابل قبول هستند؛ اما نمونه‌های ۶، ۹، ۱۰ و ۱۴ از نظر کیفیت در بدترین وضعیت قرار دارند.

میلگردهای استفاده شده در بناهای روستایی و شهری، در مقایسه با مقاطع اشکل، نبشی و قوطی‌های استفاده شده، دارای عناصر نامطلوب می‌باشند. این قضیه در بعضی از نمونه‌های مسکن مهر هم مشاهده شد، که سبب کاهش استحکام شده و نشانگر استفاده از مواد بی‌کیفیت و کارگاهی در درون ساختمان‌ها می‌باشد. از نظر تطبیق استاندارد، قوطی و نبشی عملکرد بهتری را از خود نشان دادند. در ارتباط با مقطع اشکل نیز در دو وضعیت شهری و روستایی لازم به ذکر است که از نمونه‌های تست شده، میزان کربن مناسب نمی‌باشد. اما از نظر سایر عناصر آلیاژی در وضعیت مطلوبی قرار دارند.

### ۱.۳ بررسی استحکام کششی نمونه‌ها

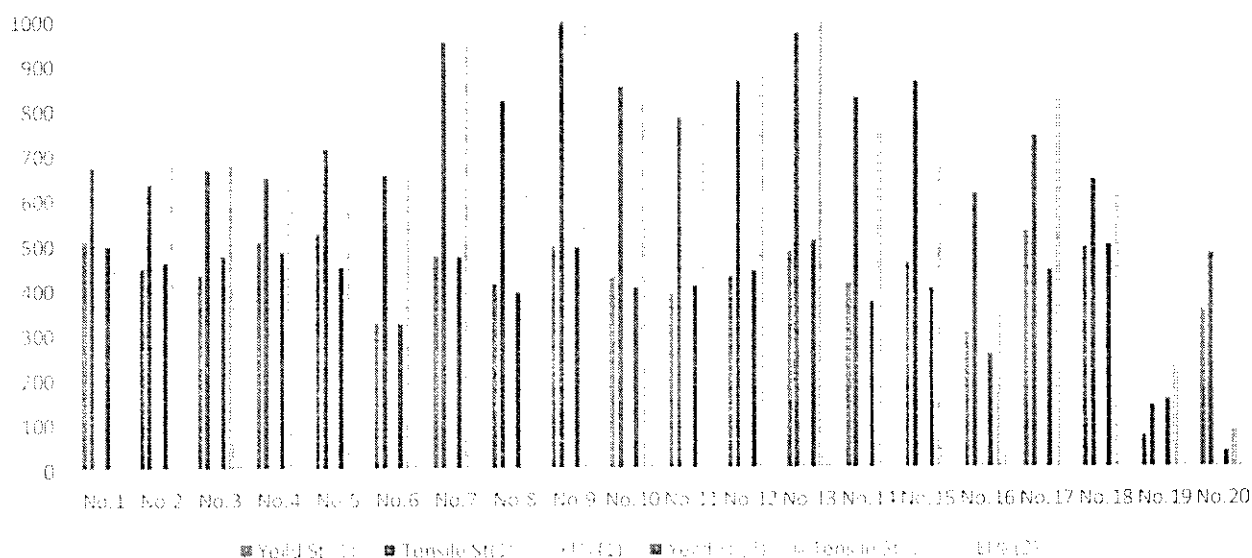
پس از انجام تست کشش بر روی نمونه‌ها (شکل ۱)، سه پارامتر مهم تنش تسلیم (Yield stress)، تنش نهایی (Tensile strength) و ازدیاد طول (Elongation) به دست آمد. با توجه به اینکه برای هر نمونه دو قطعه تحت تست کشش قرار داده شدند، جدول ۴ و نموداری به صورت شکل ۲ به دست آمد.



شکل ۱- قرارگیری نمونه در دستگاه کشش

جدول ۴ - نتایج تست کشش

	Yeild St (1)	Tensile St(1)	El% (1)	Yeild St (2)	Tensile St (2)	El% (2)
No.1	511	676	34	501	656	30
No.2	450	639	34	465	679	30
No.3	436	671	32	480	681	20
No.4	509	654	24	487	633	36
No.5	531	719	34	454	611	28
No.6	330	659	18	327	654	20
No.7	480	957	27	478	954	22
No.8	415	824	28	397	795	22
No.9	501	1001	11	498	994	28
No.10	431	853	20	408	815	19
No.11	396	787	23	412	800	20
No.12	434	869	30	445	890	26
No.13	488	975	19	512	1024	18
No.14	416	830	22	375	751	24
No.15	464	869	19	405	726	22
No.16	308	617	36	257	351	28
No.17	532	744	24	446	826	22
No.18	496	646	30	501	611	30
No.19	75	143	16	158	229	17
No.20	356	481	8	42	86	16



شکل ۲- بررسی تست کشش نمونه ها

در فولادهای ساختمانی، تنش تسلیم چیزی در حدود ۲۲۰۰ تا ۲۶۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع و مقاومت کشش ۳۴۰۰ تا ۳۸۰۰ کیلوگرم بر سانتی‌متر مربع می‌باشد. ازدیاد نیز نمایانگر تغییر طول بوده و میزان منطقی و کم آن مطلوب می‌باشد، زیرا فولادهای بسیار نرم قادر به تحمل تنش‌های وارده نمی‌باشند. در نمونه‌های میلگرد آزمایش شده، بهترین خواص را نمونه‌های ۷ (سازه‌ی شهری ۳ سال ساخت) و ۹ (روستای تپانی قدیم) و ۱۳ (مسکن مهر) دارا بودند و بقیه‌ی فولادها میزان استحکام معمولی از خود نشان دادند. اما نمونه‌ی ۱۹ و ۲۰ که مربوط به نمونه‌های قوطی می‌شود و به ترتیب برای سازه‌ی شهری و مسکن مهر سرپل ذهاب است، اعداد بسیار کمی را به نمایش گذاشته و این نشان دهنده‌ی استحکام بسیار کم آن‌ها بوده و آن‌ها را بسیار نامطلوب نشان داده است. برای مقاطع اشکل و نبشی‌ها هم با توجه به شکل ۲، استحکام معمولی مشاهده می‌شود. شایان ذکر است که کیفیت مصالح و مواد به کار رفته در مسکن مهر با هم متفاوت می‌باشد که سبب کاهش استحکام سازه خواهد شد. بهترین خواص را نمونه‌های ۷ و ۹ و ۱۳ دارا بودند و بقیه‌ی فولادها میزان استحکام معمولی از خود نشان می‌دادند. اما نمونه‌ی ۱۹ و ۲۰ اعداد بسیار کمی را به نمایش گذاشته و این نشان دهنده‌ی استحکام بسیار کم آن‌ها بوده و آن‌ها را بسیار نامطلوب نشان داده است.

#### ۱.۴ بررسی استحکام خمشی نمونه‌ها

در شکل ۳ آزمون خمشی روی نمونه‌ها نشان داده شده است.



شکل ۳- آزمون خمشی روی نمونه‌ها

در بررسی نتایج تست خمش که در جدول ۴ مشاهده می‌شود، هیچ نشانه‌ای از ترک روی نمونه‌ها مشاهده نگردید و تمامی نمونه‌ها قابل قبول ارزیابی می‌شود.

جدول ۴- نتایج تست خمش نمونه‌ها

شماره‌ی نمونه	نتیجه	شماره‌ی نمونه	نتیجه
No.1	✓	No.11	✓
No.2	✓	No.12	✓
No.3	✓	No.13	✓
No.4	✓	No.14	✓
No.5	✓	No.15	✓
No.6	✓	No.16	✓
No.7	✓	No.17	✓
No.8	✓	No.18	✓
No.9	✓	No.19	✓
No.10	✓	No.20	✓

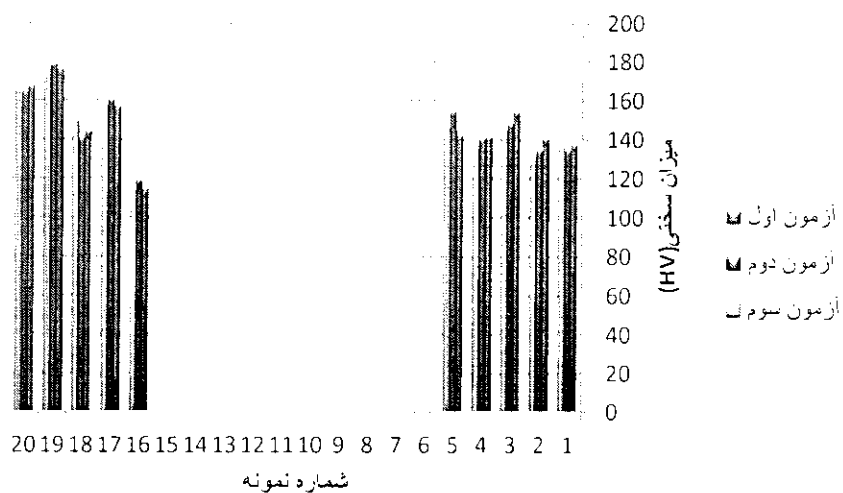
#### ۱.۵ سختی ویکرز

در جدول ۵، اعداد سختی به دست آمده از آزمون سختی‌سنجی ویکرز نشان داده شده است. این نتایج به طور شماتیک در شکل ۴ نشان داده شده است. لازم به ذکر است که نمونه‌های ۶ الی ۱۵ که مربوط به میلگردها می‌شوند، بر اساس استاندارد، فاقد اعداد سختی هستند و هیچ عددی هم در مقابل این اعداد قید نشده است.



جدول ۵- سختی ویکرز نمونه ها (HV)

شماره ی نمونه	iter.1	Iter. 2	iter. 3
No.1	137	134	136
No.2	140	134	131
No.3	154	148	145
No.4	141	140	138
No.5	142	154	146
No.6			
No.7			
No.8			
No.9			
No.10			
No.11			
No.12			
No.13			
No.14			
No.15			
No.16	114	119	115
No.17	157	160	158
No.18	144	140	149
No.19	176	179	177
No.20	167	164	166



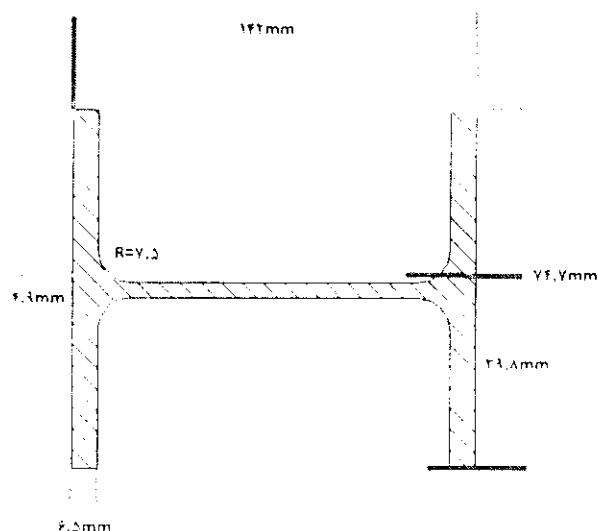
شکل ۴- نمودار میزان سختی (HV)

با توجه به شکل ۴، مشاهده می‌شود که نمونه‌های ۳ (روستایی)، ۵ (شهری)، ۱۷ (روستایی)، ۱۹ (شهری)، ۲۰ (مسکن مهر) سختی بسیار مطلوبی از خود نشان داده‌اند. از این بین به ترتیب نمونه‌ی ۱۹ و ۲۰ بیشترین سختی و نمونه‌های نبشی ۱۶ (مسکن مهر) و ۱ (روستایی) کمترین سختی را داشته‌اند، که میزان سختی نمونه‌ی ۱۶ بسیار کم بوده است. شایان ذکر است که سختی زیاد هم در مواردی مناسب نمی‌باشد و می‌تواند سبب بروز شکست قطعات گردد. نتایج به دست آمده در آزمون سختی برای مسکن مهر، مشابه بحث آزمون کشش می‌باشد؛ بدین ترتیب که سختی مواد به کار رفته متفاوت است، که در جایی کمترین سختی و در جایی بیشترین سختی مشاهده می‌شود. می‌توان این نتیجه‌گیری را کرد که به طور کلی سازه‌های شهری در مقایسه با سازه‌های روستایی سختی قابل قبولی دارند.

#### ۱.۶ بررسی ابعاد مقاطع

اندازه‌گیری‌های صورت گرفته برای بررسی ابعاد تیرهای I شکل ۱۴۰ و ۱۸۰، در شکل‌های ۵ تا ۹ نشان داده شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود، در تمام مقاطع، ضخامت کم‌تر از مقدار استاندارد آن است و اکثر ابعاد با استانداردها همخوانی ندارند. از نظر تطابق وزن واحد طول نیز تنها در برخی موارد، همخوانی حدودی با مقطع I باریک وجود دارد. در حالی که وزن مقطع ۵، حتی از مقطع I باریک نیز کم‌تر است.

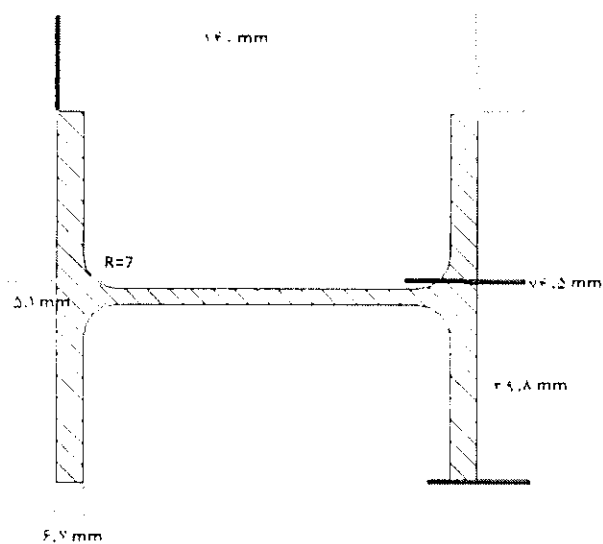


وزن: ۲۴۷۵ گرم

طول: ۱۹۱ میلی‌متر

وزن واحد طول: ۱۲.۹ کیلوگرم بر متر

شکل ۵- ابعاد مقطع ۱

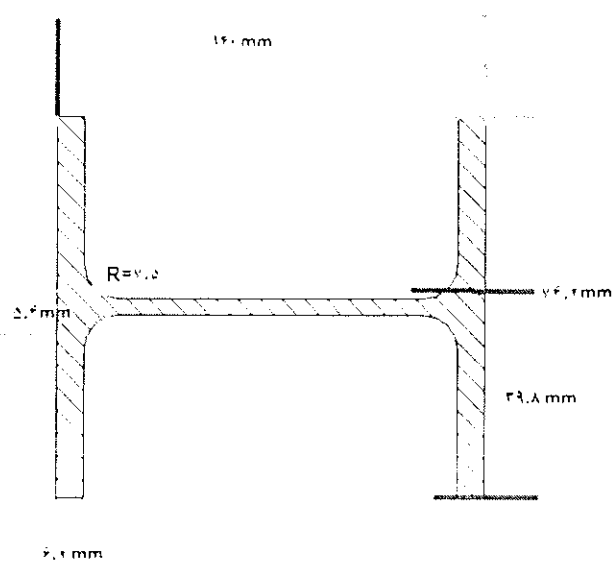


وزن: ۲۹.۵۶ گرم

طول: ۲۲۹ میلی متر

وزن واحد طول: ۱.۳۲ کیلوگرم بر متر

شکل ۶- ابعاد مقطع ۲

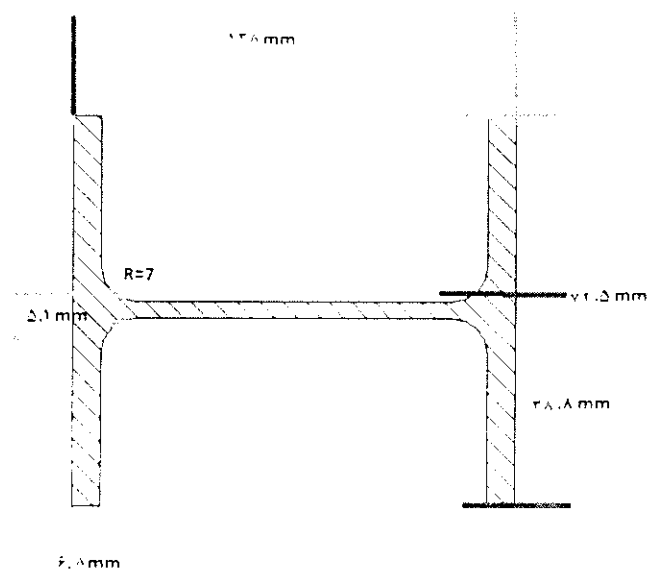


وزن: ۳۶.۱۸ گرم

طول: ۲۲۳ میلی متر

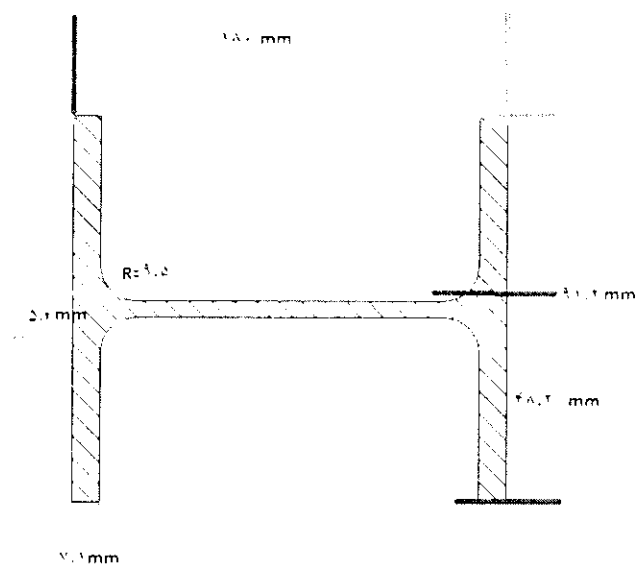
وزن واحد طول: ۱.۶۲ کیلوگرم بر متر

شکل ۷- ابعاد مقطع ۳



وزن: ۱۹۶۵۰ گرم  
طول: ۱۶۸ میلی متر  
وزن واحد طول: ۱۳۰۹ کیلوگرم بر متر

شکل ۸- ابعاد مقطع ۴



وزن: ۶۱۲۷۰ گرم  
طول: ۲۲ میلی متر  
وزن واحد طول: ۱۸۰۴ کیلوگرم بر متر

شکل ۹- ابعاد مقطع ۵

## ۲ نتیجه‌گیری و پیشنهادات

بدیهی است که وظیفه‌ی مهندسان عمران، ساختن ساختمان‌های ایمن برای مردم است. برای رسیدن به یک ساختمان ایمن باید طبق آیین‌نامه‌های لرزه‌ای و طراحی اقدام گردد. در کشور ما در مواردی، ساختمان‌سازی بر اساس اصول و قواعد فنی، طراحی و اجرا نمی‌شود و این امر باعث بروز تلفات بسیار زیاد و جبران ناپذیر در حوادث مختلف می‌شود. ساختن خانه‌های مقاوم در برابر زلزله در کشور، کار چندان دشواری نیست. می‌توان با رعایت یک سری اصول اساسی و مهم که در آیین‌نامه‌های لرزه‌ای و طراحی بیان شده، خانه‌ها و ساختمان‌هایی بسیار امن و مقاوم در برابر زلزله‌های محتمل منطقه ساخت. وظیفه‌ی ایجاب می‌کند که برای جلوگیری از تکرار چنین تلفاتی، از زلزله‌ی رخ داده درس گرفته و به این مهم توجه نماییم که برای ساختن خانه‌های مقاوم چه باید کرد.

بررسی انجام شده نشان می‌دهد که استفاده از مصالح با کیفیت پایین، یکی از عوامل متداول در آسیب به درصد قابل توجهی از ساختمان‌ها بوده است. ابعاد غیراستاندارد مقاطع فولادی استفاده شده، وزن واحد طول کم در مقاطع فولادی و استحکام و سختی نامناسب، از موارد اصلی خسارت ناشی از کیفیت پایین مصالح تشخیص داده شده است. در همین راستا موارد زیر در مورد مقاطع فولادی قابل ذکر است:

### ✓ آزمون کوانتومتری: در مقایسه با مقاطع شکل، نبشی و پروفیل‌ها، میلگردهای استفاده شده در

بناهای روستایی، شهری دارای عناصر نامطلوب می‌باشند، که این قضیه در بعضی از نمونه‌های مسکن مهر هم مشاهده شد. این عناصر نامطلوب سبب کاهش استحکام شده و نشانگر استفاده از مواد بی‌کیفیت و کارگاهی در ساختمان‌ها می‌باشد. در این راستا، از نظر تطبیق استاندارد، قوطی و نبشی عملکرد بهتری از خود نشان دادند. در ارتباط با مقاطع شکل در دو وضعیت شهری و روستایی، لازم به ذکر است که میزان کربن نمونه‌های تست شده، مناسب نمی‌باشد. اما از نظر سایر عناصر آلیاژی در وضعیت مطلوبی قرار دارند.

### ✓ آزمون کشش: در نمونه‌های آزمایش شده در میان میلگردها، بهترین خواص را نمونه‌های ۷ (سازه

شهری ۳ سال ساخت) و ۹ (روستای تپانی قدیم) و ۱۳ (مسکن مهر سر پل ذهاب) دارا بودند و بقیه‌ی فولادها میزان استحکام معمولی از خود نشان دادند. در نمونه‌های قوطی، شامل نمونه‌ی ۱۹ (سازه‌ی شهری) و ۲۰ (مسکن مهر سر پل ذهاب)، استحکام بسیار کم به دست آمده نشان دهنده کیفیت بسیار نامطلوب این مصالح بوده است. برای مقاطع I شکل و نبشی‌ها هم شاهد استحکام معمولی بودیم. شایان ذکر است که کیفیت مصالح به کار رفته در مسکن مهر با هم متفاوت می‌باشد، که سبب کاهش استحکام سازه می‌گردد.

✓ **آزمون سختی:** نمونه‌های اشکل، نبشی و قوطی به ترتیب نمونه‌های ۳ (روستایی)، ۵ (شهری)، ۱۷ (روستایی)، ۱۹ (شهری)، ۲۰ (مسکن مهر) سختی بسیار مطلوبی از خود نشان داده‌اند. از این بین، به ترتیب نمونه‌های ۱۹ و ۲۰ بیش‌ترین سختی را داشته‌اند، و نمونه‌های نبشی ۱۶ (مسکن مهر) و ۱ (روستایی) کم‌ترین سختی را داشته‌اند، به طوری که میزان سختی نمونه‌ی ۱۶ بسیار کم بوده است. مسکن مهر از دیدگاه سختی نیز مشابه بحث آزمون کشش می‌باشد، که سختی مواد به کار رفته متفاوت است و در جایی شاهد کم‌ترین سختی و در جایی شاهد بیش‌ترین سختی هستیم. به طور کلی سازه‌های شهری در مقایسه با سازه‌های روستایی سختی قابل قبولی دارند.

بدین ترتیب، در جهت افزایش استحکام و ایمنی ساختمان‌ها و حفظ جان هم‌وطنان عزیز در حوادث مشابه آتی، استفاده از مصالح مطمئن و با کیفیت و تهیه این مصالح از تولید کنندگان معتبر و شناخته شده می‌بایست در اولویت و دستور کار تمامی سازندگان و نهادهای نظارتی قرار گیرد. به عنوان مثال، بر اساس مقررات ملی ساختمان (مبحث دهم: طرح و اجرای ساختمان‌های فولادی) مشخصات شیمیایی و مکانیکی فولادهای تولیدی ذوب آهن اصفهان مشخص شده است (شکل ۱۰).

جدول ب ۳ فولادهای تولیدی ذوب آهن اصفهان

نوع فولاد	مقاومت کششی $N/mm^2$	تنش تسلیم به $N/mm^2$ برای ضخامت‌های (به میلی‌متر)				ازدیاد طول نسبی به % برای $L_0 = 5d$ برای ضخامت‌های (به میلی‌متر)				ترکیب شیمیایی (بر حسب درصد)			
		۲۰ تا	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا ۱۰۰	بیش از ۱۰۰	۲۰ تا	۲۰ تا ۴۰	۴۰ تا	بیش از ۴۰	کربن C	منگنز Mn	فسفر P	گوگرد S
فولاد ۲۳	۲۳۰	—	—	—	—	۲۲	۲۲	۲۲	۲۰	۰/۲۰	—	۰/۰۶	۰/۰۵
۲۳-۲۵۰	۲۳۰-۲۵۰	—	—	—	—	۳۲	۳۲	۳۲	۳۱	۰/۰۶-۰/۱۲	۰/۲۵-۰/۰۵۰	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۲۴-۲	۲۴۰-۲۷۰	۲۲۰	۲۱۰	۲۰۰	۱۹۰	۲۲	۲۲	۲۲	۲۰	۰/۰۹-۰/۱۵	۰/۲۵-۰/۰۵۰	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۲۷-۲	۲۷۰-۳۲۰	۲۵۰	۲۴۰	—	—	۲۵	۲۵	—	—	۰/۱۴-۰/۱۶	۰/۱۴-۰/۱۶۵	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۲۷-۲	۲۸۰-۳۲۰	۲۵۰	۲۴۰	۲۳۰	۲۱۰	۲۶	۲۶	۲۱	۲۳	۰/۱۵-۰/۲۲	۰/۱۵-۰/۱۶۵	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۲۲-۳	۳۲۰-۳۷۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۵۰	۲۴۰	۲۲	۲۲	۲۲	۲۱	۰/۱۸-۰/۲۷	۰/۲۰-۰/۲۷	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۵۰-۴	۵۰۰-۶۷۰	۲۹۰	۲۸۰	۲۷۰	۲۶۰	۲۰	۱۹	۱۸	۱۸	۰/۲۸-۰/۲۷	۰/۵۰-۰/۱۸	۰/۰۴۵	۰/۰۵
۶۰-۲	۶۰۰-۶۷۰	۳۲۰	۳۱۰	۳۰۰	۲۹۰	۱۵	۱۴	۱۲	۱۲	۰/۲۸-۰/۵	۰/۵۰-۰/۱۸	۰/۰۴۵	۰/۰۵

شکل ۱۰ - مشخصات فولادهای تولیدی ذوب آهن اصفهان، مبحث ۱۰ مقررات ملی ساختمان

در همین راستا، لازم است کیفیت مصالح فولادی به خصوص المان‌های سازه‌ای مقاطع مورد استفاده، توسط یک نهاد نظارتی ذیصلاح، تحت کنترل و نظارت دقیق و پیوسته قرار گیرند و الزاماً برای آن‌ها شناسنامه‌ی فنی صادر شود.