



پ ۳-۵۹- ساختمان دبیرستان عدل پرور

پ ۳-۵۹-۱- مشخصات کلی ساختمان



عکس پ ۳-۵۹-۱- نمای شرقی و ورودی ساختمان



عکس پ ۳-۵۹-۲- نمای شمالی و غربی ساختمان



عکس پ ۳-۵۹-۳- حیاط ساختمان و ورودی مسقف آن در محل تقاطع دو یال

این ساختمان آموزشی در تقاطع خیابان‌های آزادی و خوش واقع شده است. قدمت ساختمان حدود ۱۴ سال است. حجم کلی ساختمان شامل دو مکعب مستطیل است که به شکل L در کنار هم قرار گرفته‌اند. یال شرقی-غربی ساختمان دارای ۴ طبقه و یال شمالی-جنوبی دارای ۳ طبقه می‌باشد. ورودی ساختمان نیز در محل تقاطع این دو یال قرار گرفته، که از طریق یک فضای باز مسقف به حیاط و یا از طریق یک در دیگر به درون ساختمان راه می‌یابد.

یال شرقی-غربی ساختمان دارای ابعاد کلی زیر است:

طول : ۲۰،۹ متر

عرض : ۱۴،۴ متر

ارتفاع : ۱۳،۲ متر

ابعاد یال شمالی-جنوبی بنا نیز به ترتیب زیر است:

طول : ۲۰،۱ متر

عرض : ۸،۹ متر

ارتفاع : ۹،۹ متر

تمام وجوه ساختمان، به جز نمای جنوبی یال شمالی-جنوبی، آزاد می‌باشد و از طریق آنها نور طبیعی مورد نیاز ساختمان تأمین می‌گردد.



پ ۳-۵۹-۲- بخش‌های مختلف ساختمان

بخش عمده فضاهای ساختمان را کلاس‌ها تشکیل می‌دهند. این ساختمان هم‌اکنون دارای ۱۳ کلاس درس می‌باشد. فضاهای دیگر ساختمان عبارتند از:

- اتاق‌های مدیریت، معاونت، دبیران، بایگانی و آبدارخانه در طبقه همکف
- آزمایشگاه فیزیک در طبقه همکف
- نمازخانه در طبقه همکف
- کتابخانه و دفتر مشاوره در طبقه اول
- سالن امتحانات در طبقه دوم
- اتاق کامپیوتر در طبقه سوم
- موتورخانه در طبقه همکف
- سرویس‌های بهداشتی دانش‌آموزان به صورت باز در طبقه همکف



عکس پ ۳-۵۹-۵- سالن امتحانات



عکس پ ۳-۵۹-۴- راهروی طبقه همکف



عکس پ ۳-۵۹-۷- سرویس‌های بهداشتی در مجاورت حیاط



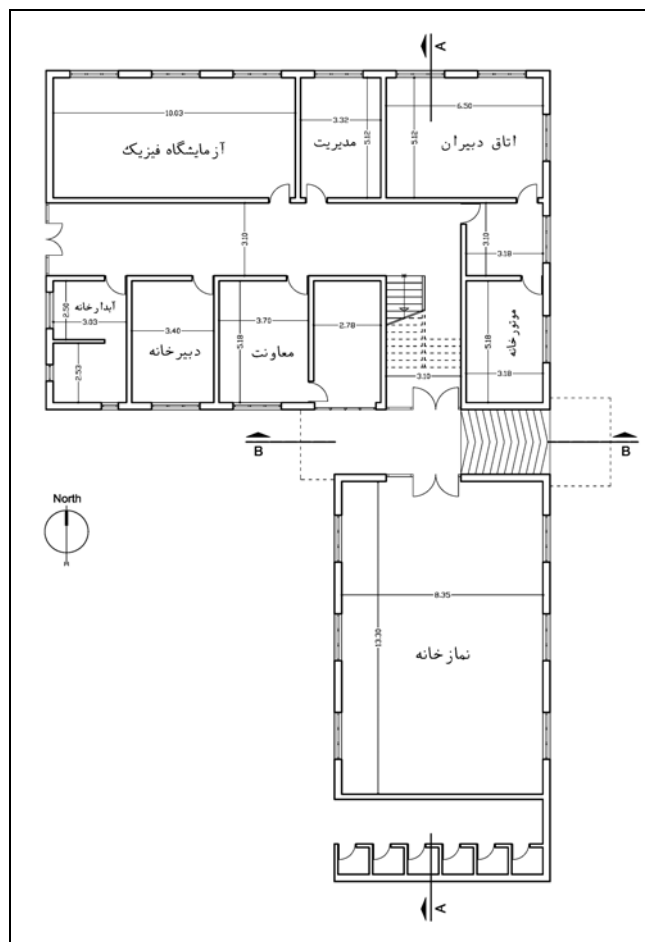
عکس پ ۳-۵۹-۶- فضای باز و مسقف ورودی



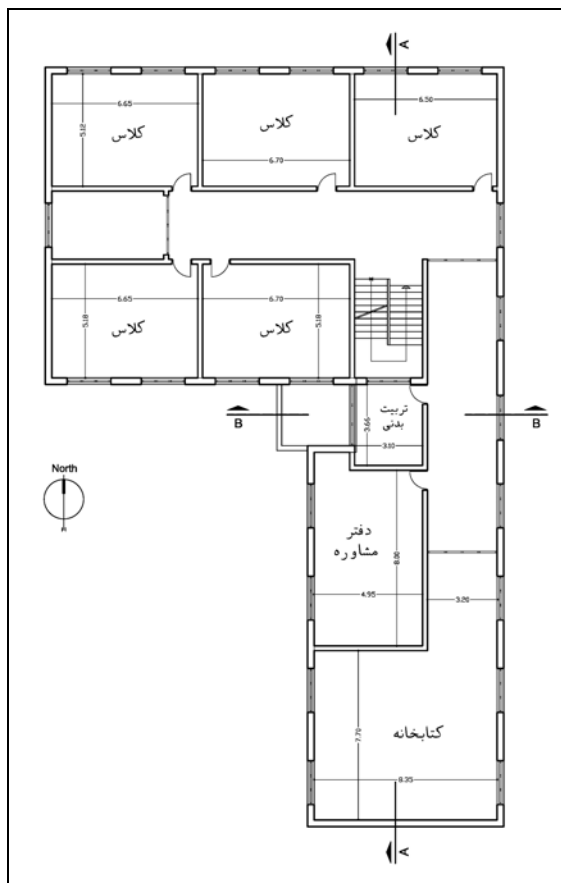
عکس پ ۳-۵۹-۱- یکی از کلاس‌ها

به سبب باز بودن وجوه مختلف ساختمان، تمامی فضاهای ساختمان، به جز راهرو یال شرقی- غربی که در مرکز ساختمان قرار گرفته، از روشنایی طبیعی کافی برخوردار هستند. اما تابش آفتاب در ماه‌های گرم سال آزاردهنده است و در این مواقع شرایط ساکنین با شرایط آسایش حرارتی فاصله زیادی دارد. به نظر می‌رسد علت این امر استفاده از پنجره‌های دارای شیشه دوجداره و عدم استفاده از سایه‌بان و شیشه‌های کم‌گسیل و هم‌چنین تهویه نامناسب در داخل ساختمان می‌باشد.

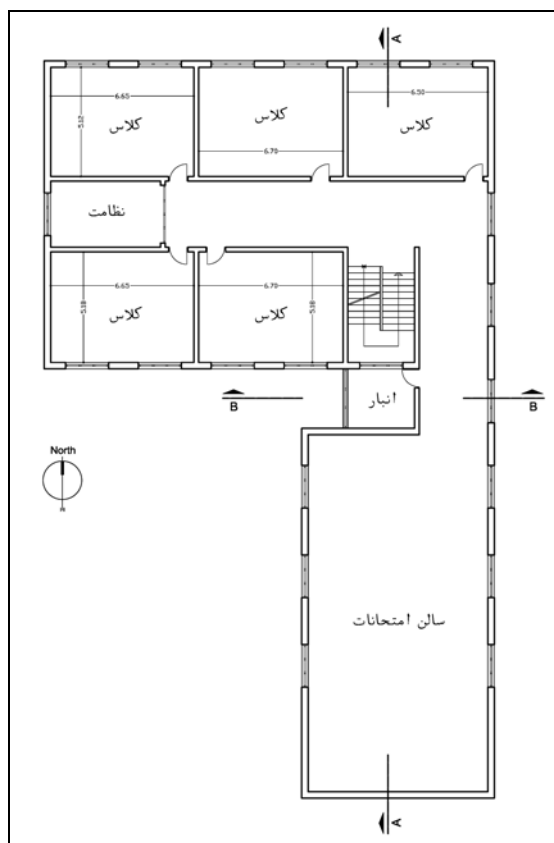
پ ۳-۵۹-۳- نقشه‌های وضع موجود ساختمان



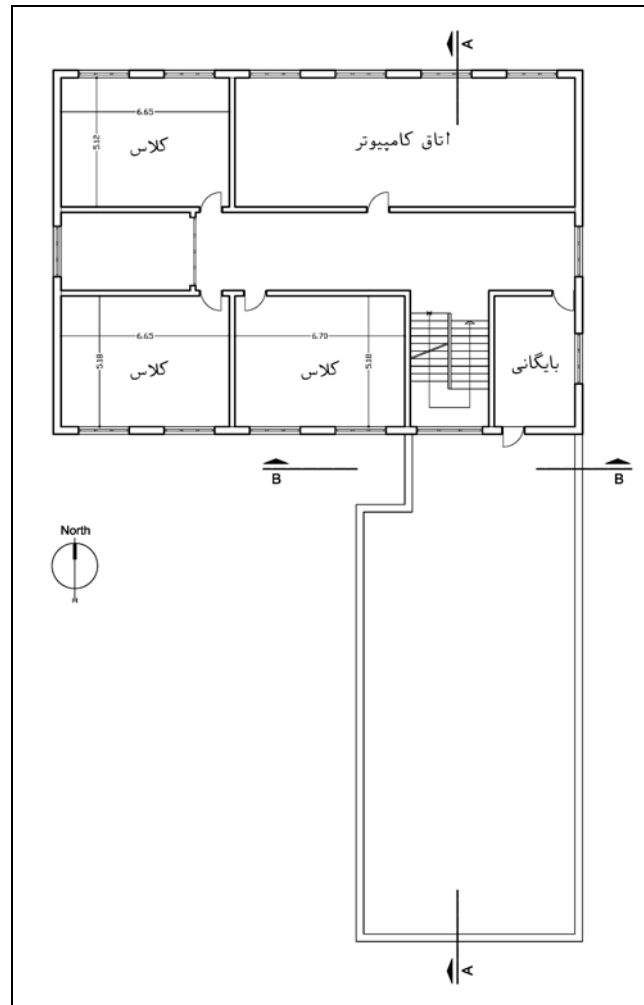
نقشه پ ۳-۵۹-۱- پلان همکف



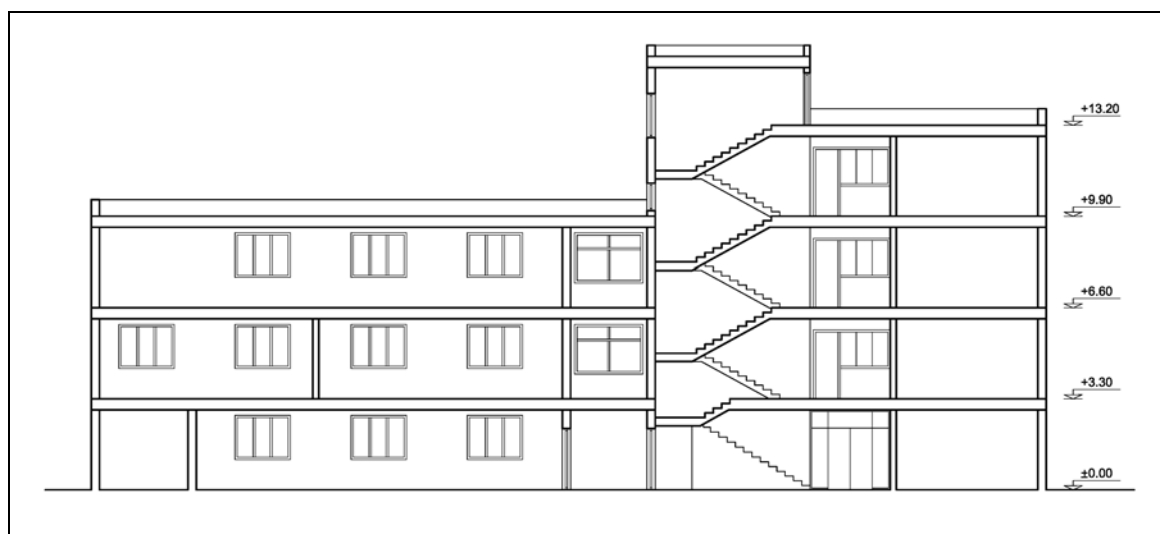
نقشه پ ۳-۵۹-۲ - پلان طبقه اول



نقشه پ ۳-۵۹-۳ - پلان طبقه دوم



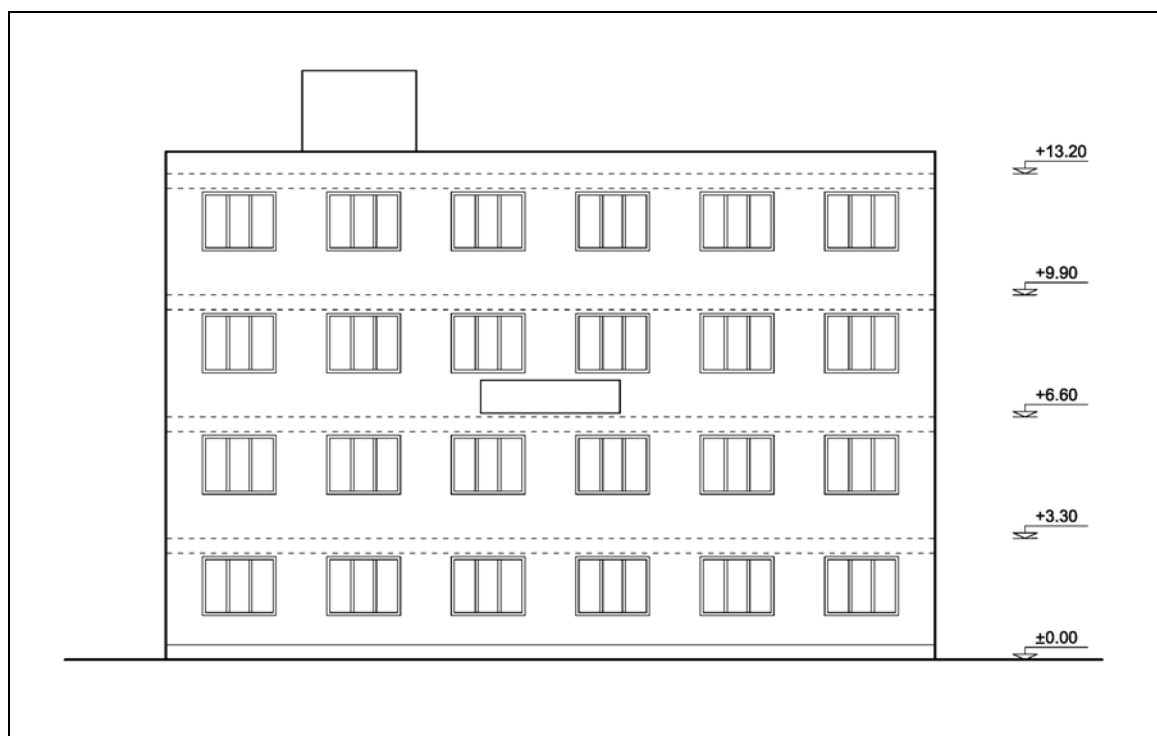
نقشه پ ۳-۵۹-۴- پلان طبقه سوم



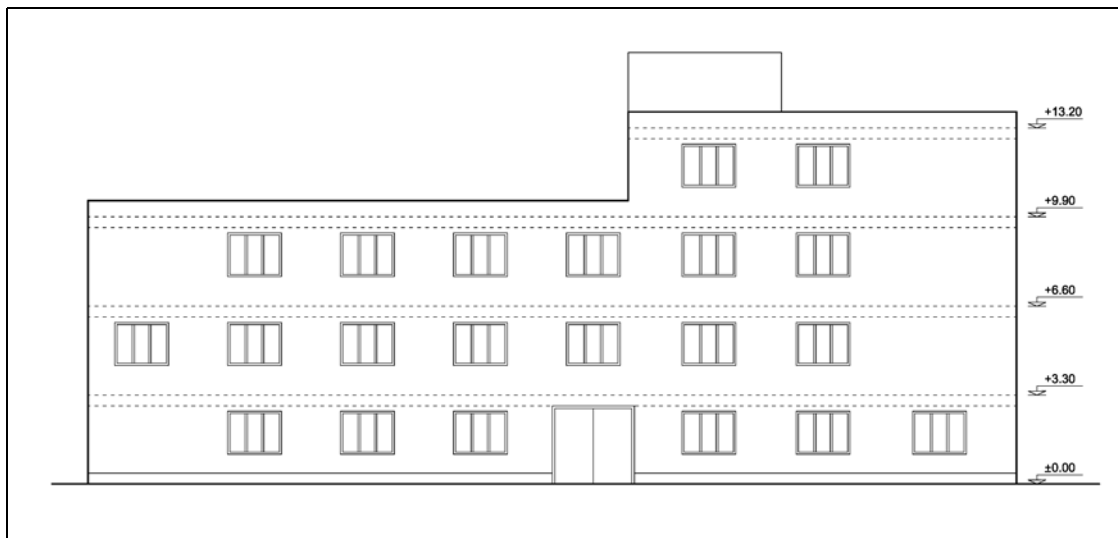
نقشه پ ۳-۵۹-۵- مقطع A-A



نقشه پ ۳-۵۹-۶- مقطع B-B



نقشه پ ۳-۵۹-۷- نمای شمالی



نقشه پ ۳-۵۹-۸- نمای شرقی

پ ۳-۵۹-۴- مشخصات سیستم‌های گرمایی، سرمایی، تهویه و آب‌گرم

مصرفی

پ ۳-۵۹-۴-۱- سیستم گرمایی

گرمایش این ساختمان توسط یک سیستم مرکزی گرمایش (موتورخانه) صورت می‌گیرد. موتورخانه این آموزشگاه حدود ۲ سال قبل توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور اصلاح و عایق کاری گردیده است.

هم‌چنین به منظور تأمین آب گرم مصرفی سرویس‌های بهداشتی و واحد سرایداری این ساختمان (به خصوص در فصول گرم) یک دستگاه آب‌گرم‌کن خورشیدی توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت نصب گردیده، که تا زمان تهیه این گزارش در مدار قرار نگرفته است.



عکس پ ۳-۵۹-۱۰- عایق کاری مناسب لوله‌های سیستم گرمایش مرکزی ساختمان



عکس پ ۳-۵۹-۹- آب‌گرم‌کن خورشیدی نصب شده



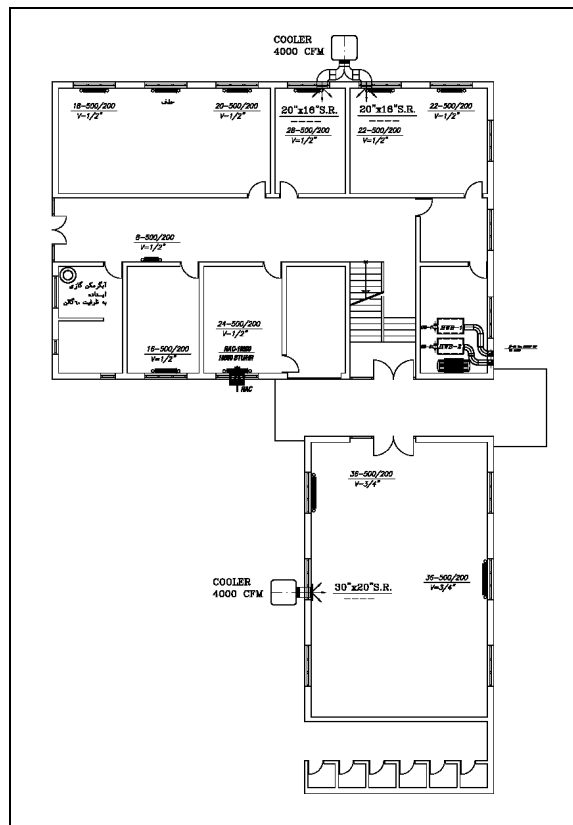
پ ۳-۵۹-۴-۲- سیستم سرمایی



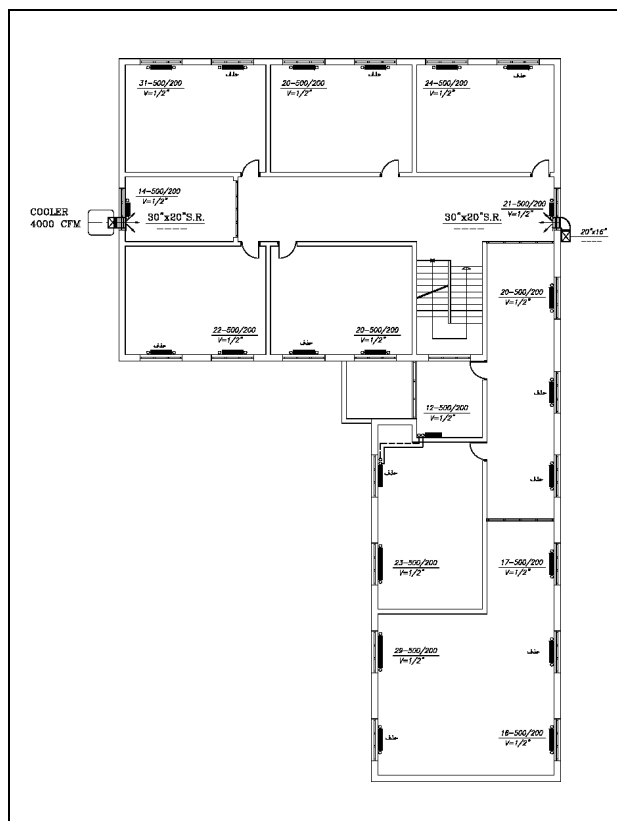
سیستم سرمایش ساختمان به صورت مستقل بوده و شامل ۷ دستگاه کولر آبی می‌باشد که محل آنها در نقشه‌های تأسیسات ساختمان مشخص شده است. کانال‌کشی سیستم سرمایش در داخل ساختمان پیش‌بینی نشده و کانال‌ها از طریق پنجره‌های ساختمان وارد بنا شده‌اند.

عکس پ ۳-۵۹-۱۱- کانال‌کشی کولر از بام به طبقات

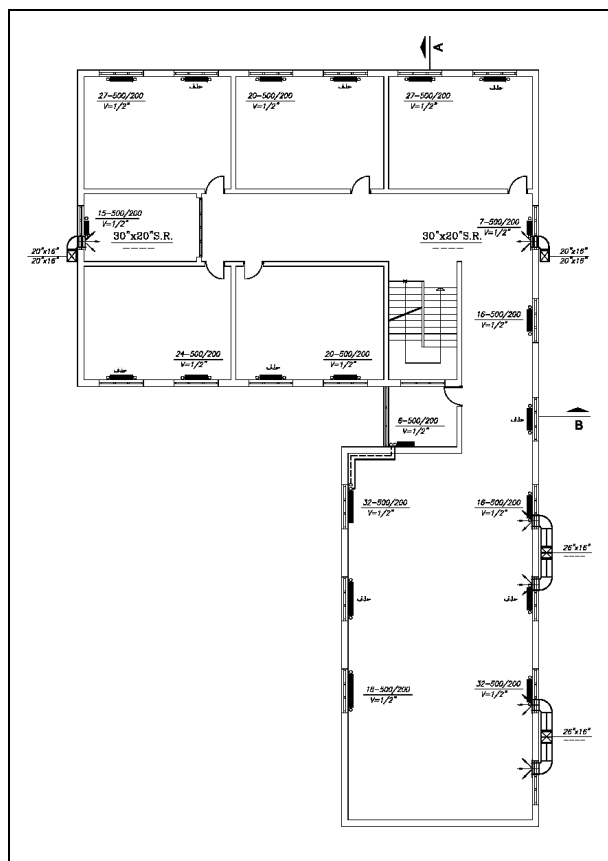
پ ۳-۵۹-۵- نقشه‌های وضع موجود سیستم‌های سرمایی و گرمایی



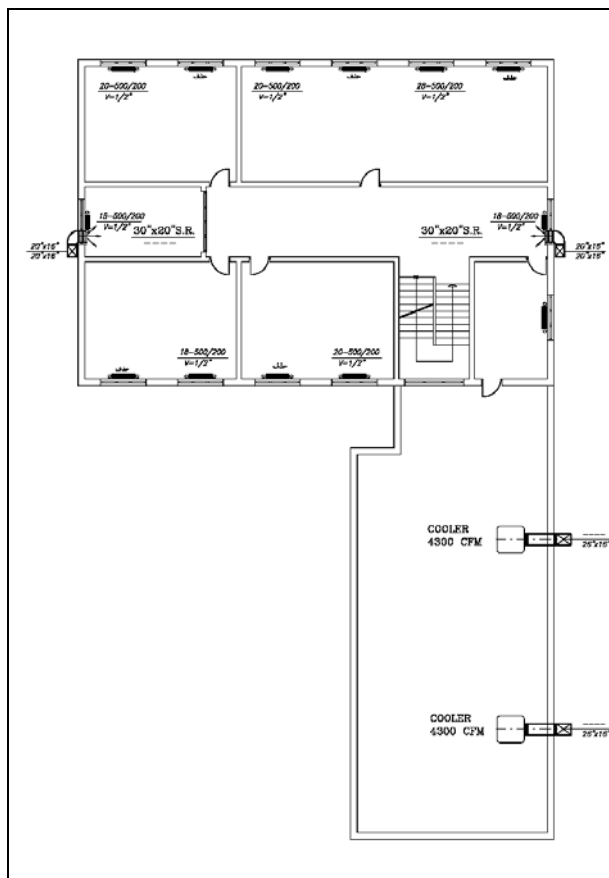
نقشه پ ۳-۵۹-۹- پلان سیستم گرمایش و سرمایش همکف



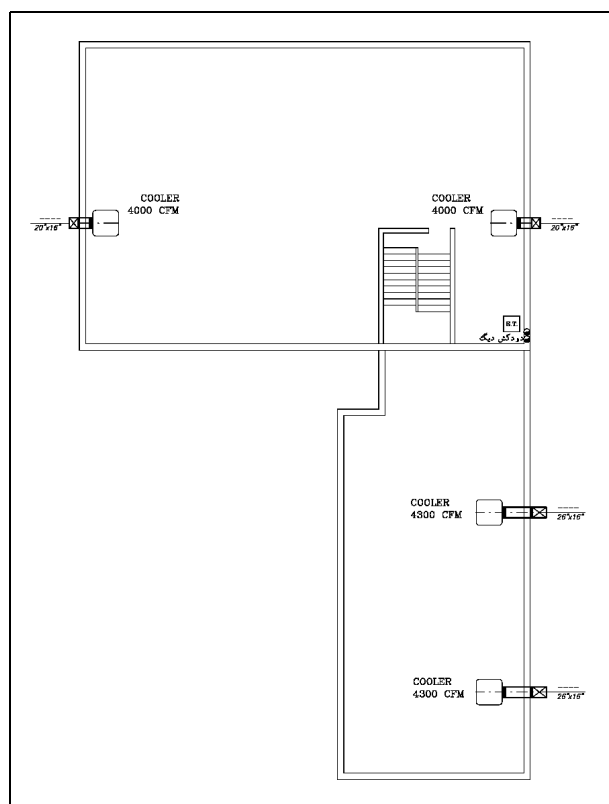
نقشه پ ۳-۵۹-۱۰ - پلان سیستم گرمایش و سرمایش طبقه اول



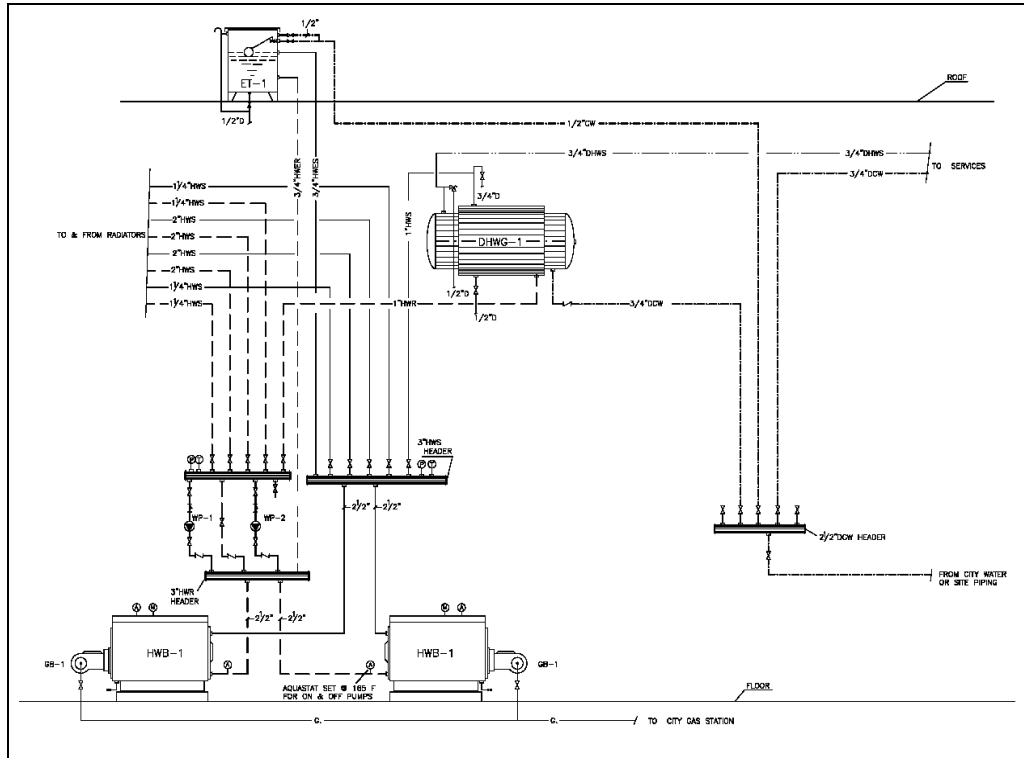
نقشه پ ۳-۵۹-۱۱ - پلان سیستم گرمایش و سرمایش طبقه دوم



نقشه پ ۳-۵۹-۱۲ - پلان سیستم گرمایش و سرمایش طبقه سوم



نقشه پ ۳-۵۹-۱۳ - پلان سیستم گرمایش و سرمایش بام



نقشه پ ۳-۵۹-۱۴ - فلودیاگرام لوله‌کشی موتورخانه

پ ۳-۵۹-۶ - مشخصات پوسته خارجی و ضرایب انتقال حرارت جدارها

دیوارها

دیوارهای خارجی ساختمان از آجر توپر به ضخامت ۲۲ سانتیمتر ساخته شده‌اند. پوشش خارجی دیوارها آجرنما و پوشش داخلی آنها نیز اندود گچ یا کاشی است. در پروژه سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور به منظور بهینه‌سازی مصرف سوخت در این دبیرستان نصب ۵ سانتی‌متر عایق حرارتی پلی‌استایرن در داخل دیوارها پیش‌بینی شده است، اما از آنجا که تا زمان برداشت این ساختمان توسط این مرکز بخش بسیار محدودی از عایق‌کاری حرارتی دیوارها صورت گرفته بود، در محاسبات بعدی ضرایب انتقال حرارت دیوارها قبل از عایق‌کاری حرارتی مدنظر قرار می‌گیرد. ضرایب انتقال حرارت دیوارها براساس محاسبات انجام شده در پیوست ۲ مطابق جدول زیر است:

U [W/m ² .K]	وضعیت فضای مجاور		مشخصات پوشش		مشخصات دیوار	
	کنترل‌نشده	خارجی	خارجی	داخلی	ضخامت [cm]	جنس
2.11		✓	آجرنما	گچ	۲۲	آجر توپر
2.07	✓		کاشی	گچ	۲۲	آجر توپر
2.26	✓		آجرنما	کاشی	۲۲	آجر توپر



بازشوها و جدارهای نورگذر

به طور کلی ۳۲٪ از سطح نمای شمالی، ۲۸٪ از سطح نمای جنوبی، ۲۱٪ از سطح نمای شرقی و ۱۸٪ از سطح نمای غربی ساختمان را جدارهای نورگذر تشکیل داده‌اند. پنجره‌ها تقریباً به صورت منظم و هم‌شکل طراحی شده‌اند و فاقد سایه‌بان هستند.

در این ساختمان توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور با پنجره‌های ترمال‌بریک با شیشه دوجداره تعویض شده‌اند و تنها درب‌های ورودی ساختمان و نمازخانه و راهرو غربی دارای پروفیل فولادی و شیشه تک‌داره هستند. ضرایب انتقال حرارت جدارهای نورگذر و بازشوها طبق مبحث ۱۹ مقررات ملی ساختمان به شرح زیر است:

U [W/m ² .K]	وضعیت فضای مجاور		نوع بازشو
	کنترل‌نشده	خارج	
3.00		✓	پنجره ترمال‌بریک با شیشه دوجداره
5.80		✓	در شیشه‌ای

بام

سقف نهایی ساختمان تیرچه بلوک سفالی است. بام دارای یک لایه پوکه شیب‌بندی و پوشش نهایی عایق رطوبتی و آسفالت می‌باشد.

بام ساختمان نیز در پروژه سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور با کارگذاری یک لایه ۵ سانتی‌متری عایق حرارتی پشم‌سنگ با چگالی ۳۰ کیلوگرم بر مترمکعب از داخل عایق‌کاری حرارتی شده است. طبق محاسبات پیوست ۲ ضریب انتقال حرارت بام پس از عایق‌کاری حرارتی مذکور ۰،۴۸ [W/m².K] می‌باشد.

کف

کف واحد همکف بدون اختلاف ارتفاع قابل ملاحظه روی خاک قرار گرفته است و مطابق پیوست ۲ ضریب انتقال حرارت خطی آن ۱،۷۵ [W/m².K] می‌باشد.



پ ۳-۵۹-۷- محاسبه انتقال حرارت و ارائه راهکارهای بهینه‌سازی در پیوسته ساختمان

پ ۳-۵۹-۷-۱- بررسی بهینه‌سازی صورت گرفته در ساختمان

با توجه به محاسبات صورت گرفته در جدول پ ۳-۵۹-۷-۱ مشخص می‌شود که با اقدامات صورت گرفته توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور (نصب پنجره‌های ترمال بریک با شیشه دوجداره و ۵ سانتی‌متر عایق حرارتی پشم‌سنگ در زیر بام) ضریب انتقال حرارت ساختمان کمتر از ضریب انتقال حرارت مرجع مبحث نوزدهم مقررات ملی ساختمان می‌گردد. جدول پ ۳-۵۹-۷-۱ ضریب انتقال حرارت اجزای مختلف ساختمان و در نهایت ضریب انتقال حرارت قبل و بعد از بهینه‌سازی ساختمان را در مقایسه با ضریب انتقال حرارت مرجع نشان می‌دهد. مشاهده می‌شود که با اقدامات صورت گرفته ضریب انتقال حرارت ساختمان ۲۴،۴٪ کاهش یافته است. هم‌چنین در جدول پ ۳-۵۹-۷-۲ ضریب انتقال حرارت ساختمان با فرض تکمیل عایق‌کاری کلیه دیوارهای فضاهای کنترل‌شده ساختمان محاسبه گردیده است. در این حالت، طبق جدول پ ۳-۵۹-۷-۲، ضریب انتقال حرارت ساختمان ۴۹،۶٪ کاهش می‌یابد.

اما به منظور بهبود بخشیدن آسایش حرارتی در ماه‌های گرم سال استفاده از پوشش‌های کم‌گسیل چسب‌دار بر روی شیشه‌های نماهای غربی و احتمالاً شرقی توصیه می‌شود. البته، در صورتی که صدای اطراف مزاحم عملکرد آموزشی بنا نباشد، به این منظور می‌توان از تهویه طبیعی نیز استفاده کرد. در غیر این صورت می‌توان از پرده ضخیم سفیدرنگ هم استفاده نمود. این توصیه‌ها در صرفه‌جویی انرژی اثر زیادی ندارد ولی آسایش حرارتی در ماه‌های گرم را (که به طور جدی زیر سؤال است) بهبود می‌دهد.



دیپارتمان عدل پرور

نام عنصر	موقعیت	مشخصات جدار (عنصر)	توضیحات	عایق حرارتی			کد وضعیت هنجاری	مساحت (m ²)	ضریب انتقال حرارت (سطحی یا داخلی)																
				نوع عایق حرارتی	ضخامت (m)	ضریب هدایت حرارت (W/m.K)			ضریب کاهش			توان حرارتی (W/K)													
									فصل از پهنساز	فصل از پهنساز	فصل از پهنساز	فصل از پهنساز	فصل از پهنساز	فصل از پهنساز											
1	شمالی	تیرچه بلوک سفالی	بعضی سالن اجتماعات	پشم سنگ	0.05	0.041	ie	159.3	0.80	0.16	1.23	1.00	1.00	127.4	73.3	195.9									
									0.80	0.46	1.23	1.00	1.00	224.6	129.2	345.4									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	67.6	50.6	50.6									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	32.4	24.2	24.2									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	19.5	14.6	14.6									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	19.2	14.4	14.4									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	23.3	23.3	23.3									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	19.2	14.4	14.4									
									2.34	1.75	1.75	1.00	1.00	31.1	23.3	23.3									
									1.02	1.75	1.75	1.00	1.00	8.4	14.4	14.4									
									0.56	0.53	0.53	be1	8.1	8.0	7.5										
									0.44	0.47	0.47	ib1	15.7	16.0											
2	شمالی	گچ - آجر توپر ۲۲ - آجر نما	کلاس و دفتر	گچ - آجر توپر ۲۲ - آجر نما	0.05	0.041	ie	160.8	1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	258.9	320.0	320.0									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	25.0	30.9	30.9									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	212.5	262.7	262.7									
									1.61	2.07	2.07	1.00	1.00	39.0	50.1	50.1									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	331.8	410.1	410.1									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	46.7	57.7	57.7									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	334.2	413.1	413.1									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	46.7	57.7	57.7									
									1.61	1.99	1.99	1.00	1.00	52.4	64.8	64.8									
									1.02	2.07	2.07	0.44	0.47	21.6	22.0										
									0.56	0.53	0.53	be1	8.1	10.3	9.7										
									0.56	0.53	0.53	be1	12.1	15.4	14.5										
3	شمالی	فولادی	راه پله و دفتر	فولادی	0.05	0.041	ie	9.0	5.11	5.80	5.80	1.00	1.00	46.0	52.2	52.2									
									5.11	5.80	5.80	1.00	1.00	100.6	114.1	114.1									
									5.11	5.80	5.80	1.00	1.00	46.0	52.2	52.2									
									5.11	5.80	5.80	1.00	1.00	9.5	10.7	10.7									
									0.44	0.47	0.47	ib1	2.3	2.3											
									4	شمالی	فولادی یا شیشه ساند	کلاس و دفتر	فولادی یا شیشه ساند	0.05	0.041	ie	76.8	4.96	3.00	5.80	1.00	1.00	380.9	230.4	445.4
																		4.96	3.00	5.80	1.00	1.00	256.9	155.4	300.4
																		4.96	3.00	5.80	1.00	1.00	47.6	28.8	55.7
																		4.96	3.00	5.80	1.00	1.00	267.8	162.0	313.2
																		4.96	3.00	5.80	1.00	1.00	47.6	28.8	55.7
																		4.96	3.00	5.80	1.00	1.00	180.0	108.9	210.5
																		0.56	0.53	0.53	be1	0.7	1.2	2.1	
0.56	0.53	0.53	be1	2.9	4.9	8.9																			
0.44	0.47	0.47	ib1	139.2	0.0	0.0																			
0.44	0.47	0.47	ib1	224.0	0.0	0.0																			
0.44	0.47	0.47	ib1	68.2	21.1	0.0																			

3320	3053	4040
------	------	------

درصد صرفه‌جویی: 24.4%

جدول پ ۳-۵۹-۷-۱- ضریب انتقال حرارت ساختمان شماره ۵۹ پس از بهینه‌سازی صورت گرفته توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور (بام، پنجره) در مقایسه با ضریب انتقال حرارت مرجع مبحث نوزدهم



دیپارتمان عدل پرور

نام عنصر	موقعیت	مشخصات جدار (عنصر)	توضیحات	عایق حرارتی			مساحت (m ²)	کد وضعیت همجواری	ضریب انتقال حرارت (سطحی یا داخلی)						توان حرارتی (W/K)								
				نوع عایق حرارتی	ضخامت (m)	ضریب هدایت حرارتی			ضریب کاهش		ضریب انتقال حرارت (سطحی یا داخلی)		ضریب انتقال حرارت (سطحی یا داخلی)										
									از بیرون	به بیرون	از بیرون	به بیرون	از بیرون	به بیرون									
1	شمالی	پنجره بلوک سفالی	پنجره سالی استخوانه	پشم سنگ	0.05	0.041	159.3	ie	1.00	1.00	1.23	0.46	0.80	195.9	73.3	127.4							
									1.00	1.00	1.23	0.46	0.80	345.4	129.2	224.6							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	50.6	50.6	67.6							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	24.2	24.2	32.4							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	14.6	14.6	19.5							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	14.4	14.4	19.2							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	23.3	23.3	23.3							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	14.4	14.4	19.2							
									1.00	1.00	1.75	1.75	2.34	23.3	23.3	31.1							
									1.00	1.00	1.75	1.75	1.02	14.4	14.4	8.4							
									0.53	0.53	0.56	0.53	0.56	8.0	7.5	16.0							
									2	شمالی	گچ - آجر توپر ۲۲ - آجر سیمانی	کلاس و دخت	پلی استایرن	0.05	0.041	160.8	ie	1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	320.0
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	30.9	9.0	25.0																
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	262.7	76.7	212.5																
1.00	1.00	2.07	0.59	1.61	50.1	14.2	39.0																
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	410.1	119.7	331.8																
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	57.7	16.8	46.7																
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	413.1	120.6	334.2																
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	57.7	16.8	46.7																
1.00	1.00	1.99	0.58	1.61	64.8	64.8	52.4																
0.47	0.47	0.44	0.47	0.44	22.0	2.07	22.0																
0.53	0.53	0.56	0.53	0.56	10.3	9.7	10.3																
0.53	0.53	0.56	0.53	0.56	14.5	14.5	15.4																
3	شمالی	فولادی	راه پله و دخت	فولادی	0.05	19.7	ie	1.00	1.00	5.80	5.80	5.11	114.1	114.1	100.6								
								1.00	1.00	5.80	5.80	5.11	52.2	52.2	46.0								
								1.00	1.00	5.80	5.80	5.11	10.7	10.7	9.5								
								0.47	0.47	0.44	0.47	0.44	2.3	2.3	2.3								
								4	شمالی	فولادی یا شیشه ساند	کلاس و دخت	تورمال بریک یا شیشه دو جداره	0.05	76.8	ie	1.00	1.00	5.80	3.00	4.96	445.4	230.4	380.9
																1.00	1.00	5.80	3.00	4.96	300.4	155.4	256.9
																1.00	1.00	5.80	3.00	4.96	55.7	28.8	47.6
																1.00	1.00	5.80	3.00	4.96	313.2	162.0	267.8
																1.00	1.00	5.80	3.00	4.96	55.7	28.8	47.6
																1.00	1.00	5.80	3.00	4.96	210.5	108.9	180.0
																0.53	0.53	0.56	0.53	0.56	2.1	1.2	1.2
																0.53	0.53	0.56	0.53	0.56	8.9	4.9	4.9
1.00	1.00	1.00	1.00	0.31	0.0	0.0	43.2																
1.00	1.00	1.00	1.00	0.34	0.0	0.0	76.2																
1.00	1.00	1.00	1.00	0.31	0.0	0.0	21.1																

3320	2037	4040
------	------	------

درصد صرفه‌جویی: 49.6%

جدول پ ۳-۷-۲- ضریب انتقال حرارت ساختمان شماره ۵۹ پس از بهینه‌سازی صورت گرفته توسط سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور (بام، دیوار، پنجره) در مقایسه با ضریب انتقال حرارت مرجع مبحث نوزدهم



پ ۳-۵۹-۸- راهکارهای بهینه‌سازی در سیستم تأسیسات ساختمان

راهکارهای بهینه‌سازی مصرف سوخت در انواع سیستم‌های تأسیساتی ساختمان در بخش ۲-۲ گزارش شرح داده شده است. در این بخش مناسب‌ترین اقدامات براساس وضعیت این ساختمان، با سقف سرمایه‌گذاری ۱۵ هزارریال بر مترمربع، انتخاب شده و میزان صرفه‌جویی سوخت سالانه و زمان بازگشت سرمایه محاسبه گردیده است. لازم به ذکر است که توضیحات مربوط به هر کدام از اقدامات صورت گرفته، با شماره درج شده در جداول، در بخش ۲-۲ گزارش بیان شده است.

پ ۳-۵۹-۸-۱- اقدامات ممکن با سقف سرمایه‌گذاری ۱۵ هزارریال بر

مترمربع

جدول پ ۳-۵۹-۸-۱ راهکارهای بهینه‌سازی سیستم تأسیسات این ساختمان را، که با سقف ۱۵ هزارریال بر مترمربع سرمایه‌گذاری (مجموع هزینه اولیه و هزینه‌های جاری سالیانه) قابل انجام هستند، نشان می‌دهد. مطابق جدول پ ۳-۵۹-۸-۱ با انجام این اقدامات ۵۲.۴٪ در مصرف سوخت سالانه ساختمان صرفه‌جویی می‌گردد و زمان بازگشت سرمایه ۰.۵ سال خواهد بود.

