

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



Technical University of Berlin



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

شهرهای جوان - بهینه‌سازی مصرف انرژی

(شماره مجموعه: ۴)

مدیر طرح: دکتر سید محمود فاطمی عقدا

مجری طرح: دکتر طیبه پرهیزکار

روند طراحی ساختمان بهینه

برای انبوه‌سازی مسکن

دکتر سید سهیل مجید زمانی

(عضو هیئت علمی مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی)

مهندس لیلی ارشاد

مهندس مریم خرمی آذر

گزارش تحقیقاتی

شماره نشر: گ - ۶۳۷

چاپ اول: ۱۳۹۲

سرشناسه	مجیدزمانی، سهیل، ۱۳۴۴-
عنوان و نام پدیدآور	روند طراحی ساختمان بهینه برای انبوه‌سازی مسکن/سیدسهیل مجیدزمانی، لیلی ارشاد، مریم خرمی‌آذر.
مشخصات نشر	تهران: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، ۱۳۹۱.
مشخصات ظاهری	۱۲۸ ص: مصور، جدول، نمودار.
فروبت	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی. گزارش تحقیقاتی: شماره نشر گ-۶۳۷
شابک	۹۷۸-۶۰۰-۵۳۹۲-۳۵-۷
وضعیت	فنی
فهرست‌نویسی	
موضوع	ساختمان‌سازی -- ایران -- دستنامه‌ها
موضوع	خانه‌سازی -- ایران -- دستنامه‌ها
موضوع	مسکن -- ایران -- طرح و ساختمان
موضوع	سیاست مسکن -- ایران
شناسه افزوده	خرمی‌آذر، مریم
شناسه افزوده	ارشاد، لیلی، ۱۳۵۴-
شناسه افزوده	مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی
رده‌بندی کنگره	TH۱۵۱/م۳۱۱۳۹۱
رده‌بندی دیویی	۶۹۰/۲
شماره	۲۹۷۲۸۱۵
ملی	

مصوبه شماره ۹۱/۷۱۵ چاپ کتاب، شورای علمی انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی



Universitätsverlag der TU Berlin



مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

روند طراحی ساختمان بهینه برای انبوه‌سازی مسکن

دکتر سیدسهیل مجیدزمانی، مهندس لیلی ارشاد، مهندس مریم خرمی‌آذر

شماره نشر: گ-۶۳۷ چاپ اول: ۱۳۹۲

ناشر: انتشارات مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

تنظیم برای چاپ: نسرين مقدس

شمارگان: ۵۰ نسخه

بها: ۷۰۰۰۰ ریال

لیتوگرافی، چاپ و صحافی: مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی

مسئولیت صحت دیدگاه‌های علمی بر عهده نگارندگان محترم می‌باشد.

کلیه حقوق چاپ و انتشار اثر به ناشر تعلق دارد.

نشانی: تهران، بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری، روبروی فاز ۲ شهرک فرهنگیان، خیابان نارگل، خیابان شهید علی مروی، خیابان حکمت

صندوق پستی: ۱۳۱۴۵-۱۶۹۶

تلفن: ۸۸۲۵۵۹۴۲-۶ دورنگار: ۸۸۲۵۵۹۴۱

پست الکترونیکی: president@bhrc.ac.ir صفحه الکترونیکی: <http://www.bhrc.ac.ir>

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۳۹۲-۳۵-۷ ISBN: 978-600-5392-35-7

Universitätsverlag der TU Berlin
Fasanenstraße 88
www.univerlag.tu-berlin.de
E-Mail: publikationen@ub.tu-berlin.de
ISBN: 978-3-7983-2545-6

پیشگفتار

نیاز فزاینده به تأمین مسکن مورد نیاز کشور در سال‌های اخیر، خصوصاً در شهرهای بزرگ، لزوم پرداختن به برنامه‌های جامع و کلان را در این رابطه سبب شده است. رشد جمعیت جوان کشور، نیاز به تأمین مسکن در مقیاس انبوه را افزایش داده است. همچنین، تمرکز جمعیت در شهرهای بزرگ، نیازمند راهکارهای اساسی برای حل این مسئله می‌باشد. از جمله رویکردهای مطرح در جهت تأمین مسکن مورد نیاز جامعه و تمرکززدایی از شهرهای بزرگ، ایجاد شهرهای جدید و شهرک‌های اقماری پیرامون آنها است. با توجه به مصرف زیاد انرژی در تولید مصالح سنتی، گرمایش و سرمایش و حمل و نقل در شهرهای ایران، نیاز به اصلاح روش‌های جاری و بهره‌گیری از شیوه‌ها و فنون جدید احساس می‌شود. همچنین، کاربرد بی‌رویه سوخت‌های فسیلی در تأمین انرژی شهرها موجب اثرات زیست‌محیطی مضر مانند افزایش دمای شهرها و تولید گازهای گلخانه‌ای شده است.

از مهم‌ترین کلان‌شهرهایی که برنامه احداث شهرهای جدید پیرامون آن متمرکز شده، شهر تهران است. حوزه غرب تهران در سال‌های اخیر از بالاترین نرخ رشد جمعیت برخوردار بوده است و شهر کرج به‌عنوان مرکز رشد جمعیت در این منطقه مطرح می‌باشد. لذا احداث شهر جدید هشتگرد در محور کرج-قزوین و در مجاورت شهر قدیم، به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین شهرهای جدید، به‌منظور دستیابی به اهداف توسعه محور تأمین مسکن در پیرامون شهرهای تهران و کرج مورد توجه قرار گرفت. شهرهای جدید به‌دلیل عدم وجود محدودیت‌ها و معارض‌های طبیعی موجود، امکانات و قابلیت‌های بسیار ارزشمندی را در اختیار طراحان قرار می‌دهد که بهره‌گیری مناسب از آنها می‌تواند منجر به شکل‌گیری الگوهای مناسب ساخت‌وساز شهری در کشور از ابعاد مختلف گردد. اما درعین حال به دلیل برنامه‌ریزی یکپارچه و عدم رشد فزاینده و پایین بودن میزان مشارکت مردمی در ساخت‌وساز شهری، این شهرها اغلب با مشکلات بسیاری در ارائه یک هویت شهری مناسب و همچنین ایجاد حس تعلق به مکان و کیفیت‌های معنایی به ساکنین مواجه هستند. همچنین مشکلات دیگر نظیر مسائل مدیریتی و اجرایی، نیز، گاهی منجر به بروز اشکالات و عدم توسعه همگن در شهرهای جدید و ناکارآمدی آنها می‌گردد.

پروژه حاضر با هدف ارائه الگویی نمونه از طراحی در یک شهر جدید شکل گرفته است و به‌دنبال آن بوده است که راهکاری جامع و چندجانبه در جهت حل مسائل مذکور ارائه نماید.

بر این اساس طراحی یک محدوده به مساحت ۳۵ هکتار در جنوب شهر جدید هشتگرد، تحت عنوان «شهرهای جوان- توسعه بافت شهری با بهینه‌سازی مصرف انرژی در منطقه تهران- کرج» و به‌عنوان زیرپروژه «کلان‌شهرهای آینده» تعریف شد. پروژه با همکاری وزارت راه و شهرسازی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، شرکت عمران شهرهای جدید و شرکت عمران شهر جدید هشتگرد از ایران و وزارت علوم و تحقیقات آلمان، دانشگاه فنی برلین و سایر گروه‌های تخصصی از آلمان انجام شده و زمان آن از سال ۲۰۰۸ تا سال ۲۰۱۳ میلادی پیش‌بینی گردیده است.

رویکرد اصلی این طرح، بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهرهای جدید، به ویژه شهر جدید هشتگرد، و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (GHG) از طریق توسعه و اجرای زیرساخت‌های نوآورانه، روش‌های برنامه‌ریزی و طراحی، حمل‌ونقل و طرح‌هایی برای مسکن پایدار بوده است. همچنین این طرح، ارائه راهکارهای جدید در مبانی فنی-علمی و ایجاد یکپارچگی در تمامی زمینه‌های تخصصی با رویکرد چند سطحی (از کل شهر تا یک ساختمان) و استفاده از پتانسیل‌های شهر سنتی-اسلامی را در نظر داشته است.

این پروژه، در زمینه طراحی شهری، اصول بهینه‌سازی ابعاد طراحی، برنامه‌ریزی حمل و نقل، تأسیسات شهری، منظر و محیط‌زیست را با رویکرد بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تبیین نموده است. همچنین در زمینه طراحی و معماری، چارچوب طراحی ساختمان‌های الگو را با کاربری‌های مسکونی، اداری و آموزش فنی-حرفه‌ای، با اهداف طراحی همساز با اقلیم، کاربرد مصالح سبک و کارا و بهره‌گیری از ایده‌های نوآورانه در تأمین آسایش صوتی و حرارتی ساختمان ارائه نموده است.

دستاوردهای این مشارکت علمی، در قالب چند مجلد به زبان‌های فارسی و انگلیسی، در ایران و آلمان ارائه شده است. نوشتار حاضر یکی از مجلدات تهیه شده توسط طرف ایرانی می‌باشد.

دکتر سید محمود فاطمی عقدا

دکتر طیبہ پرهیزکار

Foreword

This publication has been conducted in relationship with the German-Iranian research project “Young Cities – Developing energy-efficient urban fabric in Tehran-Karaj Region”. The Young Cities project is funded for the German side by the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF). On the German side, the project is conducted by several chairs of Technische Universität Berlin together with a number of German research institutions and other partners. From the Iranian side the Road, Housing & Urban Development Research Center of Iran (former Building and Housing Research Center, BHRC) and the New Towns Development Corporation (NTDC) as the main project partners are both affiliated to the Iranian Ministry of Roads & Urban Development (MRUD) (former Ministry of Housing and Urban Development, MHUD).

The Young Cities project belongs to a worldwide German research program of nine research projects that is dedicated to the question of energy efficiency. The other projects of this program are located e. g. in India, China, Vietnam, Tanzania, Morocco, or Peru.

The basic idea and commitment of the research program is to generate research results useful for growing megacity regions. This research has to be done not on but for the growing megacity regions concerned and together with partners in these regions.

In the case of the Young Cities project, this led to an intensive and constructive cooperation between TU Berlin and the Iranian partners lead by BHRC. The project design is characterized by interdisciplinarity, a multi-level approach and a focus on pilot projects and action research. This orientation on application gives the Young Cities project a very specific profile.

On this background, it is of particular importance that several pilot projects are already realized today:

... The New Quality pilot project building has been constructed;

... The innovative detailed plan (Tarh-e Tafsili) for an area of 35 ha in the New Town of Hashtgerd has been finished;

... Courses in the field of vocational training have taken place in the context of the New Quality pilot project.

Moreover, several workshops and conferences with participants from both sides have taken place. Results and findings have been and will be published in this series as well as in the German “Young Cities Research Paper Series”. We hope that the Young Cities project, and publications related to it, will contribute to the worldwide discussion of designing and creating habitat structures that are facing the challenges of climate change and lead to more sustainable planning solutions.

We would like to thank our Iranian partners for this stimulating cooperation and we are sure that this fruitful cooperation between Iranian and German research institutions will continue and form the basis of the next steps of research cooperation.

Prof. Dr. Rudolf Schäfer, TU Berlin
German Project Director

سپاسگزاری

در اجرای پروژه "ارائه روند طراحی ساختمان بهینه برای انبوه‌سازی مسکن" از توان فکری و تجربیات همکاران بخش سازه مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی بهره گرفته شده است. گزینه‌های سه‌گانه مطرح شده در این پروژه که مراحل پیش‌رونده‌ای از سبک‌سازی، افزایش سرعت اجرا و بهینه‌سازی کاربرد مصالح سازه‌ای را ارائه می‌دهند، بدون همفکری تمامی همکاران در جلسات متعدد تخصصی و عمومی امکان‌پذیر نبود. در اینجا از فعالیت کارشناسان محترم آقایان مهندس کیان خلیلی جهرمی، مهندس محمدرضا بیات و خانم‌ها مهندس ناهید عطارچیان و مهندس عاطفه جهان‌محمدی در مراحل تحلیل و طراحی ساختمان‌ها تشکر می‌کنم. همچنین شایسته است از همکاری آقای مهندس امیر مازیار رئیس‌قاسمی از بخش بتن مرکز تحقیقات در ارائه اطلاعات مربوط به فرآورده‌های بتن سبک هوادار AAC و خانم دکتر مهتا میرمقنندایی برای ارائه پلان‌های معماری سپاسگزاری شود. همکاری آقایان حبیب احمدی اختر و فرهاد حکیمی فرد در تهیه نقشه‌ها و تصاویر فنی این پروژه شایان تشکر است. حمایت و پیگیری جناب آقای دکتر سید محمود فاطمی عقدا ریاست محترم مرکز تحقیقات و سرکار خانم دکتر طویه پرهیزکار معاون محترم تحقیقات مرکز در شکل‌گیری و انجام پروژه حاضر نقش حیاتی داشته است که در اینجا از حسن نظر و اعتماد ایشان قدردانی می‌شود.

مجری پروژه

سید سهیل مجید زمانی

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
ک	مقدمه و معرفی پروژه
۱	فصل اول: معرفی گزینه اول
۱	۱-۱ مشخصات ساختمان
۲	۲-۱ پلان معماری
۳	۳-۱ مبانی تحلیل و طراحی
۳	۴-۱ مشخصات طراحی مصالح
۳	۵-۱ آیین‌نامه‌های طراحی
۳	۶-۱ بارگذاری
۷	۷-۱ ترکیبات بارگذاری
۷	۸-۱ نرم‌افزار تحلیل و طراحی
۸	۹-۱ مدل هندسی
۸	۱۰-۱ مشخصات اعضای سازه
۱۹	۱۱-۱ کنترل و طراحی
۱۹	۱۲-۱ طراحی اتصالات
۴۱	۱۳-۱ طرح سقف مرکب
۴۹	۱۴-۱ اجزای غیر سازه‌ای (دیوارها)
۵۳	فصل دوم: معرفی گزینه دوم
۵۳	۱-۲ مشخصات ساختمان
۵۴	۲-۲ پلان معماری
۶۱	۳-۲ طراحی سازه
۶۵	۴-۲ مشخصات مصالح مورد استفاده در طراحی گزینه دوم
۶۵	۵-۲ آیین‌نامه‌های طراحی

۶۶	۶-۲ بارگذاری
۶۸	۷-۲ مدلسازی و تحلیل
۶۹	۸-۲ مدل هندسی
۶۹	۹-۲ کنترل تغییر شکل
۶۹	۱۰-۲ مشخصات سازه طراحی شده
۷۳	۱۱-۲ اتصالات
۸۶	۱۲-۲ طرح سقف مرکب
۸۶	۱۳-۲ پانل‌های دیواری غیر باربر AAC
۹۵	فصل سوم: معرفی گزینه سوم
۹۵	۱-۳ مشخصات ساختمان
۹۶	۲-۳ مشخصات مصالح
۹۶	۳-۳ آیین‌نامه‌های طراحی
۹۶	۴-۳ بارگذاری
۹۹	۵-۳ مدلسازی و تحلیل
۹۹	۶-۳ مدل هندسی
۱۰۰	۷-۳ کنترل تغییر شکل
۱۰۰	۸-۳ مشخصات سازه طراحی شده
۱۰۳	۹-۳ اتصالات
۱۰۳	۱۰-۳ طرح سقف با پانل‌های AAC
۱۰۴	۱۱-۳ طراحی دیافراگم صلب
۱۰۸	۱۲-۳ پانل‌های دیواری غیر باربر AAC
۱۱۱	فصل چهارم: مقایسه گزینه‌های ۱، ۲ و ۳
۱۱۳	مراجع

چکیده

معیارهای انتخاب ترکیب ساختمانی مناسب در این پژوهش شامل سرعت، اقتصاد و ایمنی و هماهنگی مدولار می‌باشد. طرح مدولار روشی است که به واسطه آن نوعی هماهنگی بین تمامی اندازه‌های مورد نیاز در طراحی ساختمان، اجزا و فضاها بوجود می‌آید. این امر مستلزم یافتن عدد پایه‌ای است که مضارب آن در تعیین بیشتر اندازه‌ها به کار رفته باشند. در تعیین شبکه طراحی سازه یا شبکه ستون‌گذاری‌ها مواردی از جمله نکات مربوط به پارکینگ، راه پله‌ها، تناسب فضاهای معماری، بهینه نمودن مصرف مصالح برای سازه، ایمنی و پایداری سازه مطرح بوده است که با توجه به تمام این موارد می‌توان از مدول پایه ۳۰ سانتیمتر در پلان و ارتفاع به عنوان مدول مناسب در شبکه‌های طراحی سازه، استفاده نمود. با توجه به تجارب مذکور در مقدمه این گزارش و مطالعه مجدد سیستم‌های مختلف سقف، دیوار و اسکلت، سه گزینه حاصل از بررسی ترکیبات سیستم‌های یاد شده با هدف ارتقاء معیارهای اصلی طراحی ساختمان ضمن حفظ هماهنگی بین عناصر طرح در این گزارش معرفی شده است. استفاده از اتصالات پیچ و مهره‌ای به جای اتصالات جوشی، کاربرد ستون‌های قوطی توخالی پر شده با بتن و انتخاب پانل‌های بتن سبک هوادار در پوشش نما و کف‌های ساختمان از مهم‌ترین موارد قابل توجه در گزینه‌های ارائه شده هستند. نهایتاً، نشان داده شده است که با انتخاب این گزینه‌های طراحی می‌توان بیش از ۳۰٪ کاهش مصرف فولاد در سازه ساختمان به دست آورد.

کلمات کلیدی: انبوه‌سازی مسکن، طراحی ساختمان، اجرای سریع، مصالح سبک، اتصالات خشک،

ستون‌های مختلط

مقدمه و معرفی پروژه

با نگاهی به مجموعه صنعت ساختمان در ایران می‌توان گفت که اکثر ساختمان‌های احداث‌شده در کشور در سه دهه اخیر شامل ساختمان‌های کوتاه مرتبه مسکونی و تجاری شخصی‌ساز است که به طور پراکنده و منفرد ساخته می‌شوند. طراحی نسبتاً ساده از نظر معماری و سازه و اجرای با کیفیت متوسط تا ضعیف از خصوصیات عمومی اکثر این ساختمان‌ها است. شاید در مورد ساختمان‌های شخصی‌ساز و پراکنده بتوان عدم دسترسی به مصالح سبک وزن و مقاوم و نیز نیروی انسانی ماهر برای ساخت ساختمان‌های مقاوم را دلیل موجهی برای احداث ساختمان‌های سنتی دانست. اما نکته جالب این است که حتی در طرح‌های انبوه‌سازی که در شهرهای جدید و یا توسط تعاونی‌های مسکن انجام می‌شود کماکان همان روش‌های سنتی فوق‌الذکر حاکمیت دارند. این در حالی است که برای طرح‌های انبوه‌سازی می‌توان از طرح‌های معماری و سازه هماهنگ و کارآمد توأم با نوآوری بهره گرفت و در انتخاب مصالح ساختمانی نیز از مصالح سبک کارآمد استفاده نمود تا مجموعه‌های انبوه ساختمانی با طراحی زیبا و ایمن و اقتصادی حاصل شود.

معیارهای انتخاب الگوی سازه‌ای مناسب در این طرح شامل سرعت، اقتصاد و ایمنی و هماهنگی مدولار می‌باشد. طرح مدولار روشی است که به واسطه آن نوعی هماهنگی بین تمامی اندازه‌های مورد نیاز در طراحی ساختمان، اجزا و فضاها به وجود می‌آید. این امر مستلزم یافتن عدد پایه‌ای است که مضارب آن در تعیین بیشتر اندازه‌ها به کار رفته باشند. در تعیین شبکه طراحی سازه یا شبکه ستون‌گذاری‌ها مواردی از جمله نکات مربوط به پارکینگ، راه پله‌ها، تناسب فضاهای معماری، بهینه نمودن مصرف مصالح برای سازه، ایمنی و پایداری سازه مطرح بوده است که با توجه به تمام این موارد شبکه‌های طراحی مدولار برای سازه انتخاب می‌گردد. نهایتاً می‌توان از مدول پایه ۳۰ سانتی‌متر در پلان و ارتفاع به عنوان مدول مناسب در شبکه‌های طراحی سازه، استفاده نمود.

پیش از شروع این پروژه، پروژه دیگری به نام "طراحی ساختمان الگوی مسکونی در شهرهای جدید" با توجه ویژه به ضوابط شهر جدید هشتگرد در مرکز تحقیقات ساختمان و مسکن انجام شده بود. در آن پروژه بیش از یکصد ترکیب ساختمانی با فرضیات گوناگون از نظر اسکلت، سیستم کف و تیغه‌ها مورد تحلیل فنی و اقتصادی واقع شدند. نهایتاً بهترین ترکیب شامل اسکلت قاب خمشی فولادی بعلاوه مهاربند همگرا همراه با سیستم کف کامپوزیت بتن و تیرچه فولادی و تیغه‌های بلوک گچی یا بلوک بتن هوادار بود. در پروژه حاضر یک عامل جدید به پارامترهای موثر در انتخاب اجزاء ساختمان اضافه شده است که در پروژه قبلی به نحو بارز مطرح نشده بود. این پارامتر جدید سرعت اجرای ساختمان است که با توجه به تاکید دستگاه‌های اجرایی بر سرعت احداث مسکن مورد نیاز کشور، در صدر فهرست نیازمندی‌های پروژه حاضر قرار گرفت. با توجه به تجارب پیش گفته و مطالعه مجدد سیستم‌های مختلف سقف، دیوار و اسکلت، سه گزینه حاصل از بررسی ترکیبات سیستم‌های یاد شده با هدف ارتقاء معیارهای اصلی طراحی ساختمان ضمن حفظ هماهنگی بین عناصر طرح در این گزارش معرفی شده است.