

نشریه علمی-تخصصی

پژوهش‌های نوین مهندسی

ISSN: 2538-3809

فصلنامه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی
سال چهارم، زمستان ۱۳۹۸، شماره ۲۸

مطالعه پارامتری تأثیر بازشوها بر سختی درون
صفحه دال‌های دوطرفه مجوف؛ یوبوت
سید علیرضا کازرونیان، جعفر کشمردی

بررسی دوام لرزه‌ای اتصال مهاربند در قاب‌های
مهاربندی شده فولادی
زهره حاجی محمدی، علی بیگلری فدافن

ارزیابی عملکردی و کیفی پارامترهای مقاومتی بتن
پرمقاومت و خودتراکم
حامد ترابی خداهشهری، مسعود نوروزی نژاد، سید
جلال‌الدین اعلمی

مطالعه آزمایشگاهی اثر سورفکتانت کاتیونی
هگزادسیل تری متیل آمونیوم برماید در غلظت‌ها
و pHهای مختلف برروی افزایش بازیافت نفت از
مخازن نفتی
طاهره وریدی مقدم، آرمان وریدی مقدم

اثر ویژگی ایده پذیرفته شده در سیستم
پیشنهادهای بر ارزیابی آن در شرکت
امامعلی ساعتی، حامد شاکریان، محمدنظیر پرویز

سنتر نانوذرات مگنتیت به عنوان حامل دارویی برای
ارسال کنترل‌شده ۵-فلوئورواوراسیل
ثریا جوهری، مهدی فرامرز

مروری بر گسیختگی پیش‌رونده ساختمان‌های
فولادی
مهران بی‌ریا

بررسی تأثیر تجارت الکترونیک بر بازتعریف از
فضای شهری
حسین امیرعضدی، مهدی رضوی زاده کازرونی، مریم
حسنی

NRES.ir

پژوهش‌های نوین علوم مهندسی

فصلنامه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی،

سال چهارم، شماره ۶ (پیاپی: ۲۸)، زمستان (اسفند) ۱۳۹۸

ISSN: 2538-3809

صاحب امتیاز و مدیر مسئول:

امیرحسین یوسفی

سر دبیر: میلاد فتاحی

مدیر داخلی: منیژه ملائی

اعضای شورای علمی نشریه:

جناب آقای دکتر محمدعلی ارجمند، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی

جناب آقای دکتر شهروز اسدی، دانشگاه شهید بهشتی

جناب آقای دکتر رضا افضل، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی

جناب آقای دکتر علی جباری، دانشگاه اراک

سرکارخانم دکتر ساغر جارچی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

جناب آقای دکتر چنگیز دهقانیان، دانشگاه تهران

جناب آقای دکتر نعمت حسینی، دانشگاه شهید بهشتی

سرکارخانم دکتر راحله خادمیان، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی

جناب آقای دکتر علی رحمانی، دانشگاه تربیت دبیر شهیدرجایی

سرکارخانم دکتر فائزه رحمانی، دانشگاه خواجه نصرالدین طوسی

جناب آقای دکتر قدرت الله رودینی، دانشگاه سیستان و بلوچستان

جناب آقای دکتر محبعلی رهدار، دانشگاه سیستان و بلوچستان

جناب آقای دکتر مرتضی زیودار، دانشگاه سیستان و بلوچستان

جناب آقای دکتر محمدحسین کاظمی، دانشگاه شاهد

جناب آقای دکتر علی فروغی، دانشگاه تبریز

جناب آقای دکتر علی لکی روحانی، دانشگاه زنجان

جناب آقای دکتر سیدحمید هاشمی، دانشگاه اراک

دفتر نشریه:

۰۲۱ ۳۳ ۲۰ ۲۴۸۷



۰۲۱ ۴۳ ۸۵ ۷۱ ۲۴

۰۲۶ ۳۲ ۷۲ ۴۷۸۷

۰۲۶ ۳۲ ۷۴ ۷۱ ۵۸

تهران: افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲

انتشارات هنر و علوم دانشگاهی

تهران، افسریه، ۱۵ متری اول، کوچه ۲۸، پلاک ۲۹۳

تلفن: ۰۲۱ ۳۳ ۸۴ ۵۷ ۹۲

۰۲۱

فراخوان پذیرش مقاله

توسعه پرشتاب و گسترده علوم به ویژه در حوزه فنی و مهندسی، انجام اقدامات علمی برای معرفی دستاوردهای علمی را بیش از پیش ضروری کرده است. توسعه پایدار ایران اسلامی، مستلزم ایجاد زیرساخت‌های علمی به ویژه در حوزه علوم مهندسی است. موسسه مدیریت دانش شباک با همکاری اساتید برجسته دانشگاهی با هدف معرفی پژوهش‌های علوم مهندسی و ایجاد فرصتی برای تبادل مطالعات و تجارب در این حوزه، نشریه پژوهش‌های نوین علوم مهندسی را منتشر می‌کند.

تحریریه به منظور انتشار گسترده پژوهش‌های روزآمد از اساتید، صاحب‌نظران، مهندسان، دانشجویان، کارشناسان، پژوهشگران و علاقه‌مندان علوم مهندسی، دعوت می‌کند تا با ارائه مقالات علمی ارزشمند خود، از طریق وبسایت نشریه به نشانی www.nres.ir ضمن مشارکت فعال به غنای این نشریه کمک نمایند. برای ارسال مقاله به نشریه کافی است تا در وبسایت نشریه ثبت‌نام نموده و با ورود به پنل کاربری، مقاله خود را ثبت کنید. پس از بررسی اولیه و داوری علمی از طرف تحریریه جهت انتشار مقاله با نویسنده مسئول تماس گرفته می‌شود.

موضوعات نشریه پژوهش نوین علوم مهندسی:

- مهندسی صنایع
- مهندسی عمران
- مهندسی مکانیک
- مهندسی معدن
- مهندسی هوا فضا
- مهندسی مواد و متالورژی
- مهندسی برق و الکترونیک
- مهندسی انرژی و فیزیک
- مهندسی شیمی، نفت و پلیمر
- مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات
- مبانی علوم مهندسی
- مدیریت دانش در علوم مهندسی

فهرست مقالات

صفحه	عنوان مقاله
۱	مطالعه پارامتری تأثیر بازشوها بر سختی درون صفحه دال‌های دوطرفه مجوف (یوبوت) سید علیرضا کازرونیان، جعفر گشمردی
۹	بررسی دوام لرزه‌ای اتصال مهاربند در قاب‌های مهاربندی شده فولادی زهره حاجی محمدی، علی بیگلری فدافن
۱۹	ارزیابی عملکردی و کیفی پارامترهای مقاومتی بتن پرمقاومت و خود تراکم حامد ترابی خداهشهری، مسعود نوروزی نژاد، سید جلال‌الدین اعلمی
۳۱	مطالعه آزمایشگاهی اثر سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم برمایند در غلظت‌ها و pHهای مختلف برروی افزایش بازیافت نفت از مخازن نفتی طاهره وریدی مقدم، آرمان وریدی مقدم
۳۹	اثر ویژگی ایده پذیرفته شده در سیستم پیشنهادات بر ارزیابی آن در شرکت امامعلی ساعتی، حامد شاکریان، محمدنظیر پرویز
۴۹	سنتز نانوذرات مگنتیت به عنوان حامل دارویی برای ارسال کنترل‌ی ۵-فلوئورواوراسیل ثریا جوهری، مهدی فرامرز
۶۵	مروری بر گسیختگی پیشرونده ساختمان‌های فولادی مهران بی‌ریا
۶۹	بررسی تأثیر تجارت الکترونیک بر باز تعریف از فضای شهری حسین امیرعضدی، مهدی رضوی زاده کازرونی، مریم حسنی

مطالعه پارامتری تأثیر بازشوها بر سختی درون صفحه دال‌های دوطرفه مجوف (یوبوت)

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۰۶

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۰۲

کد مقاله: ۹۱۳۷۲

سید علیرضا کازرونیان^{۱*}، جعفر گشمردی^۲

چکیده

با پیشرفت تکنولوژی در صنعت ساختمان و همچنین لزوم سبک‌سازی، استفاده از دال‌های مجوف یوبوت برای پوشش سقف مفید می‌باشد. در دال‌های مجوف یوبوت با استفاده از قالب‌های پلی‌پروپیلن که در قشر میانی دال قرار گرفته ضمن حفظ باربری دال بتن، ناحیه ناکارآمد حذف و از وزن دال به طور چشمگیری کاسته می‌شود که این موضوع باعث کاهش نیروی وارد به ساختمان در زمان وقوع زلزله خواهد شد. با توجه به استفاده از این نوع سقف بر اساس مزیت یاد شده و همچنین وجود اجتناب‌ناپذیر بازشوها در آن، یک مطالعه با هدف بررسی اثر پارامترهایی مانند ابعاد و موقعیت بازشوها بر روی سختی درون صفحه دال یوبوت ضروری می‌باشد. در این تحقیق مدل‌های دال یوبوت با بازشوهای مختلف توسط نرم‌افزار اجزای محدود آباکوس مورد تحلیل قرار می‌گیرند. جهت بررسی سختی درون صفحه دیافراگم سقف، نسبت حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در دال به تغییر مکان نسبی متوسط طبقه محاسبه و به صورت نمودارهایی براساس پارامترها ارائه می‌گردند. نتایج نشان می‌دهد که محل مناسب بازشوهای سقف جهت ایجاد صلبیت بیشتر دیافراگم در بخش میانی دال می‌باشد. همچنین با افزایش سطح بازشو در دال یوبوت، سختی درون صفحه کمتر شده و عملکرد آن مانند دیافراگم انعطاف پذیر می‌شود.

واژگان کلیدی: دال یوبوت، بازشو، دیافراگم، سختی درون صفحه، آباکوس.

۱- استادیار، گروه مهندسی عمران، واحد بوشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، بوشهر، ایران (مسئول مکاتبات)

alirezakazerounian@yahoo.com

۲- کارشناسی ارشد، مهندسی عمران، بوشهر، ایران

ایده کاهش وزن ساختمان‌ها و اجرای سازه‌های سبک در تاریخ مهندسی سازه همواره مورد توجه متخصصان، پژوهشگران و محققان در سراسر جهان بوده و اثرات اثبات شده آن در بهبود رفتار و کاهش نیروهای وارد بر سازه، محققان را به ایجاد طرح‌های نوین ترغیب نموده است. امروزه نیاز به مصالح ایمن، سبک، کارا و مقاوم بیش از گذشته احساس می‌شود. در این میان سقف‌ها اولین قسمت از سازه برابر ساختمان‌ها بوده که بارهای مرده و زنده روی آن قرار می‌گیرند و به دلیل اختصاص نیروی زلزله به دیافراگم سقف، توانایی تحمل و انتقال بار آنها در سازه‌ها بسیار مهم تلقی می‌گردد. یکی از سیستم‌های نوین سازه‌ای که در سال‌های اخیر به نحو فزاینده‌ای مورد توجه مهندسین و دست‌اندرکاران ساخت و ساز قرار گرفته سقف‌های دال مجوف می‌باشد. یکی از انواع سقف‌های دال مجوف، دال دوطرفه مجوف یوبوت بوده که این نوع سقف علاوه بر آنکه وزن ساختمان را کاهش می‌دهد، تعداد ستون‌ها را نیز بطور قابل ملاحظه‌ای کم خواهد نمود. از دیگر مزایای استفاده از این نوع سقف می‌توان به افزایش طول دهانه‌ها، کاهش تغییرشکل‌ها و همچنین اجرای سریع آن اشاره کرد. قسمت‌های مختلف تشکیل‌دهنده سقف دال مجوف یوبوت شامل دال بتنی کف، بلوک پروپیلن، میلگرد آجدار و دال بتنی رویه می‌باشند.

تحقیقات زیادی در زمینه رفتار و عملکرد دال‌های بتنی مجوف صورت گرفته است. چانگ و همکاران در پژوهشی به بررسی ظرفیت‌های برشی دال دوطرفه توخالی با کره توخالی نوع دوناتی پرداختند (چانگ و همکاران، ۲۰۱۱: ۲۲۱۹-۲۲۲۲). طبق مطالعات انجام گرفته، دال توخالی دارای مقاومت برشی اندک در مقایسه با دال توپر و همچنین ظرفیت‌های برشی دال دوطرفه توخالی تحت تاثیر اشکال و مواد کره‌های توخالی می‌باشند. همچنین چانگ و همکاران در پژوهشی دیگر ظرفیت‌های برش پانچ دال دوطرفه توخالی با کره توخالی نوع دوناتی را ارائه دادند (چانگ و همکاران، ۲۰۱۱: ۷۷۷-۷۸۰). در این مطالعه، نوع ویژه‌ای از شبکه (قفس) جهت بهبود ظرفیت‌های برشی پانچ و تثبیت کره‌های توخالی در مقطع بحرانی استفاده شد. از آن تحقیق نتیجه‌گیری شد که ظرفیت‌های برشی پانچ دال‌های توخالی با کره توخالی نوع دونات و فیکسر قطری، بیش از ۸۷٪ دال‌های توپر می‌باشد. کیم و همکاران به بررسی ظرفیت‌های خمشی دال توخالی یک‌طرفه با کره توخالی نوع دوناتی پرداختند (کیم و همکاران، ۲۰۱۱: ۷۷۳-۷۷۶). دال توخالی نوع دوناتی دارای ظرفیت‌های خمشی خوب همانند مقاومت، سختی و خیز بوده و نتیجه‌گیری شد که ظرفیت‌های خمشی دال‌های توخالی که به فرم کره توخالی نوع دوناتی بودند، دارای مقدار مشابه یا بزرگتر از دال‌های توپر می‌باشند. همچنین مقاومت بالاتر مواد کره توخالی به صورتی قابل توجه، مقاومت خمشی دال کره را افزایش داده و انواع کره توخالی تثبیت‌کننده، مقاومت خمشی دال توخالی را تحت تاثیر قرار دادند. در مطالعه تحلیلی انجام شده توسط چانگ و همکاران تحت عنوان تاثیر اشکال توخالی بر دال‌های توخالی دوطرفه و به منظور به دست آوردن اشکال توخالی بهینه، شبیه‌سازی‌های عددی با استفاده از روش‌های المان محدود توسط نرم‌افزار المان محدود غیرخطی LUSAS انجام گردید (چانگ و همکاران، ۲۰۱۰). بر اساس نتایج بدست آمده، ظرفیت دال‌های توخالی دوطرفه تحت تاثیر شکل و حجم کره‌های توخالی قرار گرفت و در نتیجه، سه پارامتر همچون اشکال معمولی، شعاع گوشه و قطر سوراخ به دست آمد. این پارامترها بر مقاومت و سختی تاثیر گذاشته و شعاع گوشه کوچکتر موجب ایجاد ترک‌های متمرکزتر می‌شوند. همچنین با افزایش اندازه قطر سوراخ، از ایجاد ترک‌های برشی جلوگیری شد. رضایی و فرزام به بررسی رفتار برشی - خمشی دال‌های مجوف با سیستم یوبوت پرداختند (رضایی و فرزام، ۱۳۹۵). در تحقیق ارائه شده پارامترهای مهم و تاثیرگذار با استفاده از تحلیل عددی نرم‌افزار Atena مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تحلیل‌های عددی نشان داد که وجود قالب‌های پلاستیکی در ناحیه بحرانی پانچ، باعث کاهش ۲۰ درصدی ظرفیت بار جانبی در قیاس با دال توپر مشابه می‌شود. همچنین تنها با برداشتن ۴ قالب یوبوت اطراف ستون، ظرفیت تحمل بار جانبی به ۹۵ درصد دال توپر می‌رسد. عبادی و محمدی مطالعاتی در خصوص بررسی کفایت دال‌های تخت بتنی مجوف مکعبی (یوبوت) در برش یک طرفه و دو طرفه انجام داده‌اند (عبادی و محمدی، ۱۳۹۵). هوشیار و همکاران به بررسی اثر بازشوهای با اشکال و ابعاد مختلف بر تنش دال بتنی دوطرفه پرداختند (هوشیار و همکاران، ۱۳۹۵). در این تحقیق جهت تعمیم دادن اثر بازشو (شکل و ابعاد بازشو) بازشوهایی با اشکال و ابعاد مختلف، با استفاده از المان محدود و نرم‌افزار Matlab تحلیل شدند. تحلیل‌ها نشان داد که اگر مرکز بازشو بر مرکز دال منطبق و بازشو گرد باشد، در آن صورت، در حالت کشش، دال مورد نظر دارای کمترین تمرکز تنش می‌باشد. در بازشوهایی گوشه‌دار مانند مربع و مستطیل، تمرکز تنش در گوشه‌های بازشو اتفاق می‌افتد که با گرد کردن گوشه‌ها از میزان تمرکز تنش کاسته می‌شود. نتیجه دیگر آنست که با افزایش ابعاد بازشو، میزان تنش موجود در دال افزایش می‌یابد.

برای تعیین صلیبیت یا انعطاف پذیری دیافراگم سقف و لحاظ آن در تحلیل سازه ساختمانی نیاز به بررسی و ارزیابی تاثیر وجود باشوها بر سختی درون صفحه دیافراگم سقف می‌باشد. با توجه به کاربرد روزافزون دال بتنی یوبوت در سنوات اخیر، پژوهش‌های صورت گرفته ناچیز قبلی بر روی تاثیر مشخصه‌های مختلف این نوع سقف از جمله بازشو و رفتار آن و با توجه به عدم وجود دستورالعمل‌های کافی در استانداردها و آئین‌نامه‌ها لازم است با انجام تحقیقات گسترده، مطالعات عددی و ایجاد مدل‌های نرم‌افزاری مناسب، زمینه را برای شناخت بهتر و و دستیابی به پیشنهادهایی برای بهبود عملکرد آنها فراهم گردد. در این تحقیق

تاثیر ابعاد و محل قرار گیری بازشوها بر سختی درون صفحه سقف یوبوت مورد مطالعه قرار گرفته و نتایج حاصل می‌تواند در تکمیل و بازنگری نتایج پژوهش‌های قبلی مورد استفاده قرار گیرد.

۲- روش تحقیق

در این مطالعه سختی درون صفحه سقف یوبوت تحت اثر ابعاد و محل بازشوهای مختلف مورد بررسی قرار می‌گیرد. به منظور بررسی اثر بازشوها در این نوع سقف‌ها، پس از ارائه طرح اولیه منطبق بر تئوری طراحی سقف مطالعات عددی و تحلیلی بر روی چند مدل دارای بازشو با سطح و موقعیت‌های مختلف به صورت سه‌بعدی و با استفاده از نرم‌افزار اجزای محدود آباکوس انجام می‌گیرد. نتایج عددی برحسب پارامترهای مورد نظر به صورت نمودارهایی ارائه گردیده و پس از مقایسه تغییر مکان‌های ایجاد شده، نتایج حاصله بررسی و ارزیابی می‌شوند.

۱-۲- مدلسازی مصالح

در نرم افزار اجزای محدود آباکوس جهت مدلسازی مصالح بتن از المان کانتینیوم به نام C3D10M که یک المان ۳ بعدی ۱۰ گرهی (مرتبه دوم) با روش انتگرال گیری کامل بوده استفاده شده که در آن هر گره دارای ۳ درجه آزادی انتقالی می‌باشد. میلگردها با استفاده از المان T3D2 که یک المان خرابایی یک بعدی دو گرهی (مرتبه اول) بوده مدل می‌شوند و این المان‌ها تنها دارای درجات آزادی انتقالی در امتداد محور عضو هستند (بصورت کششی یا فشاری) و هیچگونه مقاومتی در برابر خمش ندارند. لازم به ذکر است که آرماتورها بصورت دو خطی همراه با سخت‌شوندگی مدل شده‌اند.

۱-۱-۲- مدل رفتاری بتن

در این تحقیق، مشخصات مکانیکی مصالح بتنی در نظر گرفته شده در فاز الاستیک بشرح جدول ۱ می‌باشد.

جدول ۱: مشخصات مکانیکی بتن

جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب)	نسبت پواسن	مدول الاستیسیته (گیگاپاسکال)
۲۴۰۰	۰/۲	۲۵

۲-۱-۲- مدل رفتاری فولاد

در این مطالعه، مشخصات مصالح مربوط به آرماتورهای طولی موجود و مدفون در دال در جدول ۲ ارائه شده‌اند.

جدول ۲: مشخصات مصالح فولادی

جرم مخصوص (کیلوگرم بر مترمکعب)	نسبت پواسن	مدول الاستیسیته (گیگاپاسکال)	تنش تسلیم (مگاپاسکال)
۷۸۵۰	۰/۳	۲۰۰	۵۳۵

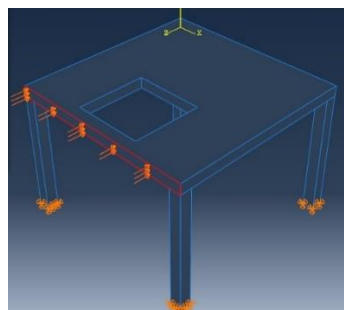
۲-۲- قیدهای تکیه گاهی

در این تحقیق مدل‌ها علاوه بر بار گرانشی ناشی از وزن دال، مطابق شکل ۱ تحت تاثیر بار جانبی واحد بوده و بر روی ستون بتنی قرار گرفته و پایه ستون‌های بتنی به صورت گیردار در نظر گرفته شده‌اند.

۳-۲- نامگذاری

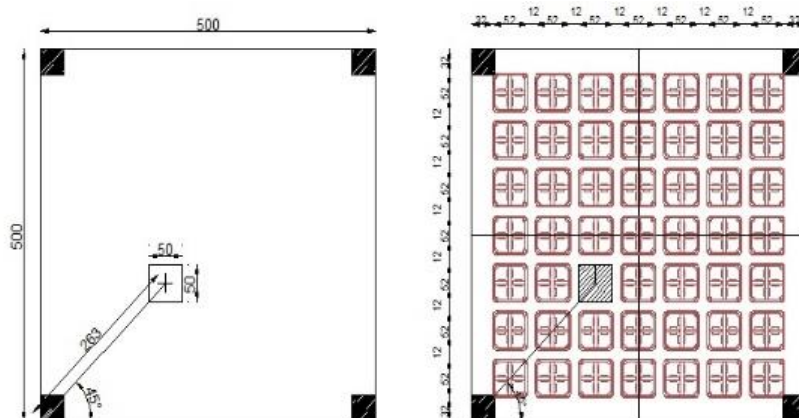
پارامترهای در نظر گرفته در این پژوهش α ، نسبت سطح بازشو به دال و R ، فاصله مرکز سطح بازشو تا مبدأ مختصات دال سقف بر حسب سانتی‌متر می‌باشند. مقادیر مفروض برای α شامل ۰/۰۱، ۰/۰۵۳، ۰/۱۳ و ۰/۲۳ می‌باشند.

با توجه به تعداد زیاد تحلیل‌ها، نیاز به ایجاد یک قانون نامگذاری جهت طبقه بندی محاسبات و پردازش داده‌ها می‌باشد. در این مطالعه با توجه به پارامترهای مفروض، نمونه‌ها به صورت $A_{\alpha}C_{R,\theta}$ اسم گذاری می‌شوند، که در آن α و



شکل ۱- بار جانبی وارد بر دال با بازشو

R طبق تعاریف در بالا و θ زاویه بین R و محور X پلان سقف بر حسب درجه است. به طور نمونه، مدل $A_{0.01}C_{263,45}$ در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۲- ابعاد مدل $A_{0.01}C_{263,45}$ بر حسب سانتی‌متر

تعداد مدل‌های مفروض در این مطالعه بر حسب مقادیر α در جدول ۳ مشخص شده است.

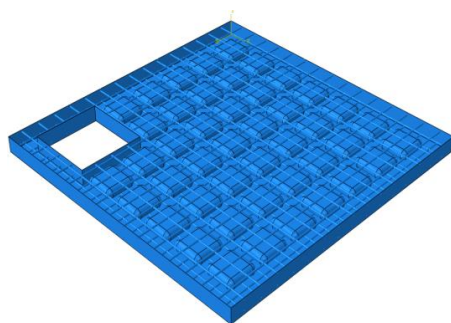
جدول ۳- تعداد مدل‌ها

α	۰/۰۱	۰/۰۵۳	۰/۱۳	۰/۲۳
تعداد مدل‌ها	۱۶	۹	۹	۴

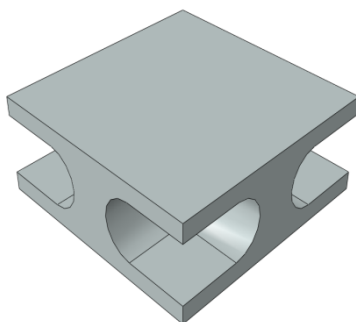
بنابراین در این تحقیق از ۳۸ مدل دارای بازشو و یک مدل بدون بازشو جهت تحلیل با استفاده از نرم‌افزار اجزای محدود آباکوس استفاده شده است.

۲-۴- مدل‌های مورد مطالعه

از دال یوبوت بتن‌آرمه به ابعاد 5×5 مترمربع و به ضخامت ۲۶ سانتیمتر استفاده شده است. برای بررسی اثر ابعاد بازشو از بازشوهایی با ابعاد 50×50 ، 116×116 ، 180×180 و 240×240 سانتی متر استفاده می‌شود. جهت بررسی موقعیت بازشو از قرارگیری بازشو نسبت به کنج ستون گوشه (مبدأ مختصات) در زوایای مختلف کمک گرفته شد. به طور نمونه یکی از مدل‌های مورد مطالعه و بخش میانی دال بتنی یوبوت که در نرم افزار اجزای محدود آباکوس شبیه سازی شده به ترتیب در اشکال ۳ و ۴ نشان داده شده‌اند.



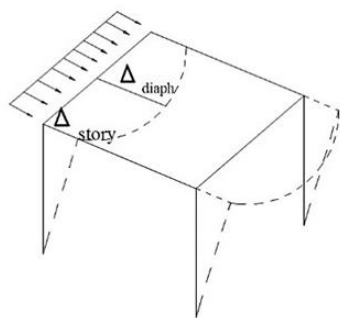
شکل ۳- مدل‌سازی اجزای محدود دال بتنی یوبوت



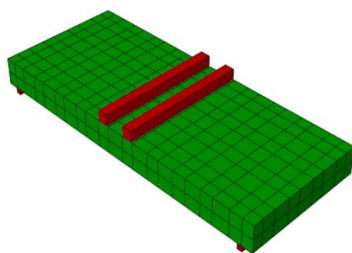
شکل ۴- مدل‌سازی اجزای محدود بخش‌های میانی دال بتنی یوبوت در Part آباکوس

۲-۵- بررسی سختی درون صفحه دال‌ها

پس از مدل‌سازی قالب، همانطور که در شکل ۵ مشخص است بار جانبی ثابتی به مدل‌ها وارد و بعد از آنالیز جابجایی نقاط بدست می‌آید. جهت ارزیابی سختی درون صفحه دیافراگم سقف، حداکثر تغییر شکل افقی ایجاد شده در دال Δ_{diaph} تحت اثر نیروی جانبی نسبت به تغییر مکان نسبی متوسط طبقه Δ_{story} محاسبه می‌گردد.



شکل ۵- حداکثر تغییر شکل ایجاد شده در دال و تغییر مکان نسبی متوسط طبقه

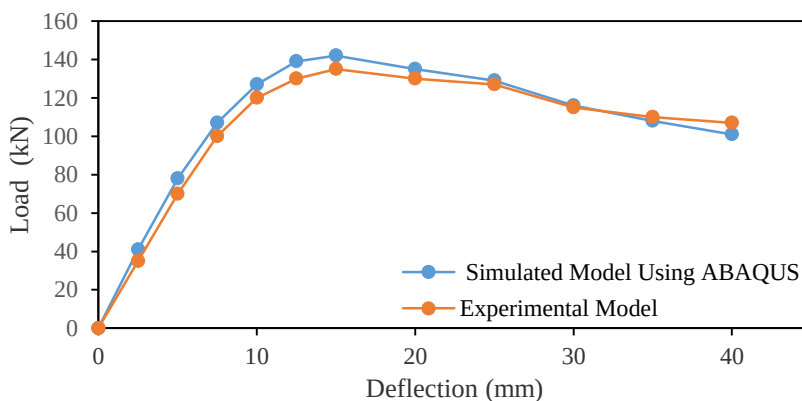


شکل ۶- مدل سازی اجزای محدود نمونه آزمایشگاهی دال بتنی

هرچقدر که نسبت $\frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}}$ بیشتر باشد سختی درون صفحه (صلبیت جانبی) دال کمتر بوده و در واقع دال انعطاف پذیرتر می باشد. طبق استاندارد، دیافراگم‌های سقف با مقادیر $\frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}} > 2$ به عنوان انعطاف پذیر (نرم) و با مقادیر $\frac{\Delta_{diaph}}{\Delta_{story}} < 0.2$ به عنوان صلب طبقه بندی می شوند (استاندارد ۲۸۰۰، ۱۳۹۳).

۳- صحت سنجی مدل المان محدود

به منظور صحت سنجی نتایج مدل های تحلیلی در نرم افزار آباکوس، نمونه دال بتنی مجوف که توسط چانگ و همکاران (۲۰۱۰) مورد آزمایش قرار گرفته بود با در نظر گرفتن کلیه ابعاد و پارامترهای موجود، در نرم افزار اجزای محدود آباکوس شبیه سازی شده و نتایج حاصل از تحلیل با نتایج آزمایشگاهی مقایسه می شوند. جهت مسلح کردن دال بتنی در نمونه آزمایشگاهی از دو ردیف میلگرد به صورت شبکه ای در بالا و پایین دال استفاده شده که توسط فاصله دهنده ها از قالب های یوبوت ثابت شده اند. مدل اجزای محدود شبیه سازی شده دال بتنی آزمایشگاهی تحت بار متمرکز خطی به همراه شرایط مرزی در شکل ۶ نشان داده شده است. نمودار نیرو-جابجایی مربوط به تحلیل مدل عددی و نتایج آزمایشگاهی دال بتنی مجوف در شکل ۷ نشان داده شده است.

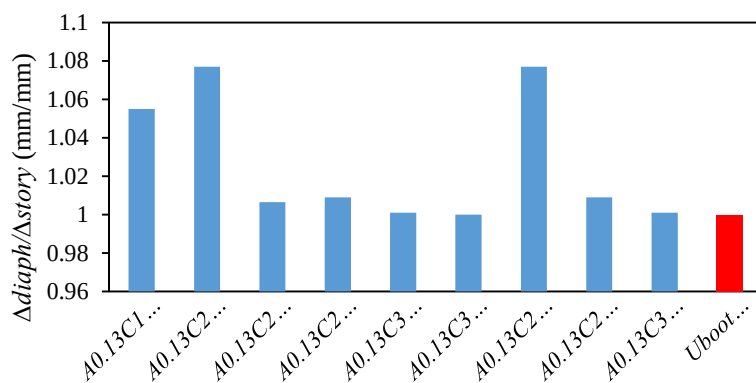


شکل ۷- نمودار بار-جابجایی دال بتنی مجوف

همانطور که از مقایسه منحنی ها مشخص می باشد، نتایج حاصل از نمودار بار - تغییر مکان مدل آزمایشگاهی و عددی بیش از ۸۵ درصد با یکدیگر تطابق داشته و بنابراین صحت مدل سازی در نرم افزار را تایید می کنند. لازم به یادآوری است که تفاوت اندک میان نمودار بار - تغییر مکان نمونه آزمایشگاهی در مقایسه با نمونه مدل سازی شده در نرم افزار اجزای محدود به دلیل لغزش میلگرد در بتن و وجود ترک های موجود در بتن قبل از اعمال بارگذاری که سبب کاهش سختی الاستیک نمونه آزمایشگاهی دال بتنی شده می باشد، به گونه ای که هر چه در نرم افزار برای مدل سازی صحیح (نزدیک به واقعیت) بتن مسلح تلاش شود باز هم میان نتایج حاصل از نرم افزار و نتایج آزمایشگاهی تفاوت وجود خواهد داشت.

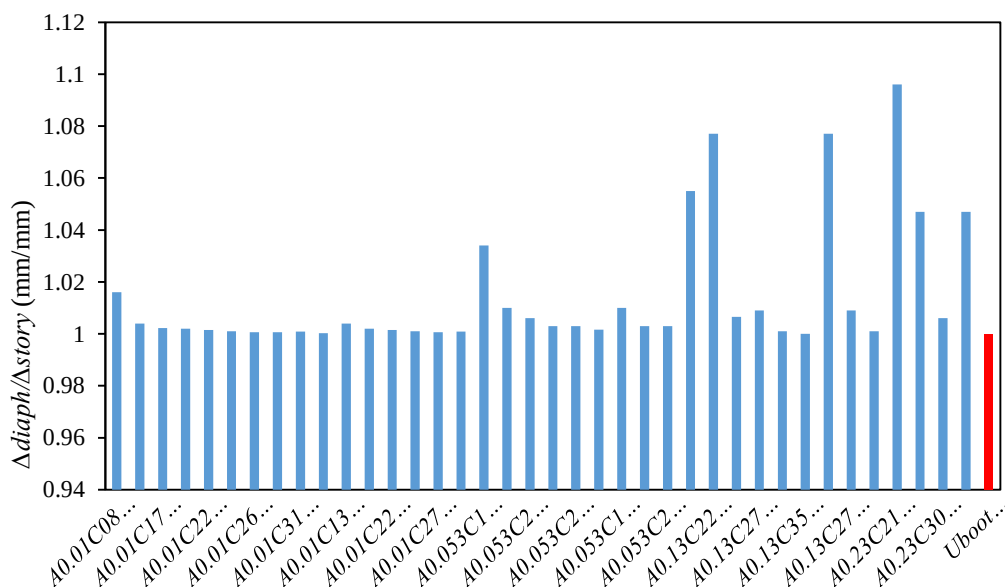
۴- نتایج تحلیل المان محدود

در این بخش نتایج حاصل از تحلیل اجزای محدود استخراج و سختی درون صفحه دال ها با مقایسه جابجایی درون صفحه دال نسبت به جابجایی طبقه تحت نیروی جانبی بررسی می شود. به طور نمونه در نمودار شکل ۸ اثر جابجایی بازشوها با مقدار $\alpha = 0.13$ بر روی سختی درون صفحه دال مجوف یوبوت مورد ارزیابی قرار می گیرد.



شکل ۸- حداکثر تغییر شکل افقی دال یوبوت به تغییر مکان نسبی متوسط طبقه

بیشترین مقدار نسبت تغییر شکل دیافراگم به تغییر مکان نسبی طبقه مربوط به مدل با بازشوی گوشه بوده که در واقع کمترین مقدار سختی درون صفحه دال یوبوت را نشان می‌دهد. اما کمترین مقدار نسبت تغییر شکل دیافراگم به تغییر مکان نسبی طبقه در مدل با بازشوی وسط بوده که بیشترین مقدار سختی درون صفحه دال را نشان می‌دهد. در نمودار شکل ۹ نیز اثر ابعاد بازشوها بر روی سختی درون صفحه دال مجوف یوبوت مورد بررسی و مقایسه قرار می‌گیرد.



شکل ۹- حداکثر تغییر شکل افقی دال یوبوت به تغییر مکان نسبی متوسط طبقه برای تمامی ابعاد بازشوها

بیشترین مقدار نسبت تغییر شکل دیافراگم به تغییر مکان نسبی طبقه مربوط به مدل $A_{0.23}C_{218,45}$ با بزرگترین بازشوی گوشه بوده که در واقع کمترین مقدار سختی درون صفحه دال یوبوت را نشان می‌دهد. اما کمترین مقدار نسبت تغییر شکل دیافراگم به تغییر مکان نسبی طبقه در مدل $A_{0.01}C_{353,45}$ با کوچکترین بازشوی میانی بوده که بیشترین مقدار سختی درون صفحه دال یوبوت را نشان می‌دهد.

۵- خلاصه و نتیجه‌گیری

دال مجوف یوبوت به منظور کاهش مصرف بتن و میلگرد و با حفظ مقاومت دال‌های تخت مورد استفاده قرار می‌گیرد. این نوع دال در ادامه پژوهش‌های صورت گرفته بر روی دال مجوف حبابی و استفاده از انواع قالب‌های توخالی پلاستیکی به منظور کاهش مصرف بتن که در نهایت باعث کاهش وزن ساختمان و کاهش آسیب‌ها در هنگام زلزله خواهد شد ابداع گردید. در این مطالعه با جابجایی بازشوها با ابعاد مختلف به بررسی تغییرات سختی درون صفحه و صلبیت این نوع دال‌ها پرداخته شد. طراحی و شبیه‌سازی دال مجوف یوبوت بر اساس قالب‌های معرفی شده توسط چانگ و همکاران (۲۰۱۰) انجام و در روند مدل‌سازی دال‌ها با نرم افزار

آباکوس از بهترین مدل مشخصه جهت شبیه‌سازی رفتار مصالح استفاده تا به نتایج واقعی‌تری منتهی شود. هدف از انتخاب بازشوهایی با ابعاد و موقعیت‌های مختلف، انجام یک مطالعه پارامتریک برای بررسی عملکرد و کارایی این نوع دال می‌باشد. نتایج حاصل از این تحقیق به صورت خلاصه و به شرح ذیل بیان می‌گردند.

- سختی درون صفحه دال یوبوت با بازشو میانی نسبت به مدل با بازشوی کناری و گوشه بیشتر است.
- واضح است که با افزایش سطح بازشو در سقف با دال یوبوت، سختی درون صفحه کمتر شده و رفتار آن به دیافراگم انعطاف پذیر تمایل پیدا نموده و بایستی در تحلیل سازه در برابر نیروی زلزله در نظر گرفته شود.
- اختلاف سختی درون صفحه دال با بازشو 50×50 سانتی متر نسبت به مدل بدون بازشو تقریباً $1/5$ درصد می‌باشد. این اختلاف در بازشوهای 116×116 سانتی متر تا 2 درصد، بازشوهای 180×180 سانتی متر تا 7 درصد و بازشوهای 240×240 سانتی متر تا حدود 9 درصد می‌باشد.
- محل بهینه بازشوهای سقف جهت ایجاد کمترین تأثیر بر سختی درون صفحه دیافراگم دالها و تأیید فرض صلیبیت در تحلیل جانبی سازه‌ها، در بخش میانی دال بوده و موجب توزیع بهتر نیروی اینرسی به نسبت سختی عناصر باربر جانبی بین آنها می‌شود.
- علی‌رغم نتایج بدست آمده از این مطالعه، نیاز به تحقیقات بیشتری بوده و فاکتورها و پارامترهای دیگری که جهت بررسی در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شوند عبارتند از:
 - ۱- بررسی عملکرد دال مجوف یوبوت با تغییر شرایط مرزی.
 - ۲- شبیه‌سازی مدل اجزای محدود انواع دال‌های بتنی توخالی با بازشوهایی با اندازه و موقعیت‌های متنوع‌تر تحت تأثیر بار جانبی.
 - ۳- بررسی دال‌های مجوف یوبوت تحت تأثیر انواع بارهای جانبی هارمونیک و رکوردهای زلزله‌های نزدیک و دور از گسل.
 - ۴- بررسی تأثیر گوی‌های توخالی بر روند تشکیل ترک‌ها در نواحی مجاور ستون‌های مساعد برش پانچ.
 - ۵- تأثیر نوع گوی بر روی بیشینه جابجایی دال‌ها تحت تأثیر شرایط مرزی متفاوت.

منابع

۱. استاندارد ۲۸۰۰ (۱۳۹۳)، «آیین‌نامه طراحی ساختمان‌ها در برابر زلزله»، ویرایش چهارم، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، وزارت راه و شهرسازی
۲. رضایی علی اکبر، فرزاد مسعود (۱۳۹۵)، «بررسی رفتار برشی-خمشی دال‌های مجوف با سیستم یوبوت»، چهارمین کنفرانس بین‌المللی مهندسی عمران، معماری و توسعه پایدار، دانشگاه شهید بهشتی، تهران
۳. عبادی پرویز، محمدی حسام (۱۳۹۵)، «بررسی کفایت دال‌های تخت بتنی مجوف مکعبی (یوبوت) در برش یکطرفه و دوطرفه»، هشتمین کنفرانس ملی سالیانه بتن ایران، تهران
۴. هوشیار آرام، نبوی سید اسرافیل، ایمانی هوشیار (۱۳۹۲)، «بررسی اثر بازشوهایی با اشکال و ابعاد مختلف بر تنش دال‌های بتنی دوطرفه»، پنجمین کنفرانس ملی سالیانه بتن ایران، تهران
5. Chung, J.H., Choi, H.K., Lee, S.C., and Choi, C.S. (2011). Shear capacity of biaxial hollow slab with donut type hollow sphere, *Procedia Engineering* 14. pp. 2219-2222.
6. Chung, J.H., Choi, H.K., Lee, S.C., and Choi, C.S. (2011). Punching shear strength of biaxial hollow slab with donut type hollow sphere, *Key Engineering Materials* 452-453. pp. 777-780.
7. Chung, J.H., Choi, H.K., Lee, S.C., and Choi, C.S. (2010). An analytical study on the impact of hollow shapes in bi-axial hollow slabs, *Fracture Mechanics of Concrete and Concrete Structures-High Performance, Fiber Reinforced Concrete, Special Loadings and Structural Applications-* B. H. Oh, et al. (eds) Korea Concrete Institute, ISBN 978-89-5708-182-2.
8. Kim, B.H., Chung, J.H., Choi, H.K., Lee, S.C., and Choi, C.S. (2011). Flexural capacities of one-way hollow slab with donut type hollow sphere, *Key Engineering Materials* 452-453. pp. 773-776.

بررسی دوام لرزه‌ای اتصال مهاربند در قاب‌های مهاربندی شده فولادی

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۷

کد مقاله: ۵۷۶۷۷

زهرا حاجی محمدی^۱، علی بیگلری فدافن^۲*

چکیده

قاب‌های مهاربندی شده به عنوان یکی از شناخته شده‌ترین ساختارهای متداول اجرای سازه‌های فولادی در فرم‌های متفاوت طراحی و اجرا می‌شوند. مهاربندهای همگرا به دلیل داشتن مقاومت کافی و سختی قابل توجه یکی از متداول‌ترین ساختارهای مقاوم در برابر نیروی جانبی به شمار می‌روند. محدودیت هندسی و ظرفیت مورد نیاز طراحی این گونه از مهاربندها تا قبل از سال ۱۹۸۸ تدوین نشده بود. از این تاریخ به بعد انجمن سازه‌های فولادی آمریکا آیین‌نامه‌ای تدوین کرد که به طور مداوم بر اساس آخرین دستاوردهای علمی بازنگری می‌شود. صفحه اتصال به منظور اتصال مهاربند به قاب استفاده می‌شود. این صفحه، نیرو و دوران احتمالی در انتهای مهاربند را انتقال داده و یا جذب می‌کند. هدف اصلی در این پژوهش بررسی و تعیین میزان نقص صفحه اتصال و روش‌های بهسازی و تقویت آن است. هشت نمونه قاب مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم (NCBF) در دانشگاه واشنگتن مورد آزمایش قرار گرفته است، تا تأثیر نقایص اتصالات مشخص شود. در این پژوهش پس از انتخاب شکست اتصال جوشی مهاربند به صفحه اتصال به عنوان با اهمیت‌ترین حالت شکست، رفتار شکست این اتصال به دلیل اهمیت بسیار زیاد آن مورد توجه قرار گرفت. بر اساس نتایج، به منظور دستیابی به سطح ایمنی مناسب لازم است مهاربندها برای $1/7$ برابر ظرفیت مهاربند طراحی شوند تا امکان شکست اتصال مهاربند به صفحه اتصال حذف گردد.

واژگان کلیدی: قاب مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم، صفحه اتصال، دوام لرزه‌ای، مکانیسم تسلیم، مد گسیختگی

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد عمران-سازه، دانشکده فنی مهندسی گرگان، دانشگاه گلستان

۲- استادیار گروه مهندسی عمران، دانشکده فنی مهندسی گرگان، دانشگاه گلستان (مسئول مکاتبات) (Biglari.a@gmail.com)

براساس روش‌های متداول در طراحی و تحلیل ساختمان‌ها، یک اسکلت باربر فولادی یا بتنی، وظیفه انتقال بارهای قائم را بر عهده دارد. برای انتقال نیروهای افقی مثل باد و یا زلزله از مهاربند، اتصالات گیردار، دیوار برشی و یا سیستم‌های مرکب استفاده می‌گردد. قاب‌های مهاربندی شده یکی از ساختارهای متداول اجرای سازه‌های فولادی می‌باشند و در فرم‌های متفاوت طراحی و اجرا می‌شوند. کاربرد هر کدام از انواع مهاربند به شرایط سازه بستگی دارد. به طور کلی مهاربندها به دو دسته همگرا و واگرا تقسیم می‌شوند (Farshchi et al, 2008). قاب‌های مهاربندی شده واگرا^۱ قاب‌هایی هستند که در آن‌ها مهاربندها در هر دهانه با فاصله کمی از یکدیگر روی محور طولی تیر یا با فاصله کمی از گره اتصال تیر به ستون، به تیر متصل می‌شوند. در این سیستم، مهاربندها و تیر پیوند نقش مهمی در استهلاک انرژی لرزه‌ای دارند. بر اساس تعریف ارائه شده در میحث دهم مقررات ملی، قاب‌های مهاربندی همگرا^۲ به قاب‌هایی گفته می‌شود که در آنها بدون آنکه کاهش قابل توجهی در مقاومت اعضا و اتصالات مشاهده شود، تغییرشکل‌های فرا ارتجاعی محدودی در زمان وقوع زلزله طرح رخ می‌دهد. چیدمان اعضا در این دو نوع قاب در شکل ۱ نشان داده شده است (Biglari, 2004).



(ب)



(الف)

شکل ۱- مهاربندهای (الف) واگرا، (ب) همگرا

پس از زلزله سال ۱۹۹۴ نورتریج و به دلیل ضعف‌هایی که در سیستم قاب‌های خمشی مشاهده شد، گرایش چشمگیری به استفاده از قاب‌های فولادی با مهاربندی همگرا به عنوان سیستم‌های مقاوم در برابر بارهای جانبی ایجاد شد. قاب مهاربندی شده همگرا به دلیل صرفه جویی در مصرف مصالح و نیز سادگی طراحی و اجرا از محبوبیت زیادی در میان مهندسان سازه برخوردار است و به طور گسترده‌ای در طراحی لرزه‌ای سازه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد (Katebi and Kahrizi, 2013). قاب مهاربندی شده فولادی همگرا از مهاربند، صفحه اتصال^۳، تیر و ستون تشکیل شده است. در این نوع قاب، مهاربندها عضو اصلی مقاوم باربر جانبی هستند. مهاربندهای همگرا به دلیل داشتن مقاومت کافی و سختی قابل توجه یکی از متداول‌ترین ساختارهای مقاوم در برابر نیروی جانبی به شمار می‌روند. صفحه اتصال برای اتصال انتهای مهاربند به قاب استفاده می‌شود. ایده استفاده از ورق اتصال متصل نمودن اعضای مهاربند به قاب فولادی بهترین ایده‌ای بود که در ابتدا معرفی شد و تاکنون نیز اصلی‌ترین روش اتصال مهاربند به قاب است (Katebi and Kahrizi, 2013)؛ این صفحه نیرو و دوران احتمالی در انتهای مهاربند را انتقال داده و یا جذب می‌کند (Cui et al, 2012).

محدودیت هندسی و ظرفیت مورد نیاز طراحی این‌گونه از مهاربندها تا قبل از سال ۱۹۸۸ تدوین نشده بود. از این تاریخ به بعد انجمن سازه‌های فولادی آمریکا آیین‌نامه‌ای تدوین کرد که به طور مداوم بر اساس آخرین دستاوردهای علمی بازنگری می‌شود (Hsiao et al, 2014). به این ترتیب طراحی این‌گونه قاب‌ها با در نظر گرفتن جدیدترین توصیه‌های طراحی، مجدداً از محورهای مورد علاقه پژوهشگران و طراحان سازه قرار گرفته است. توصیه‌های موجود در این آیین‌نامه به صورت زیر می‌باشد:

- محدود کردن چیدمان مهاربند برای جلوگیری از ایجاد تغییر شکل پلاستیک غیرقابل قبول؛
- مهاربندها برای مقاومت در برابر بار جانبی (تقاضا) طراحی شوند؛
- مهاربندها برای محدود کردن کماتش موضعی و کلی طراحی شوند؛
- اتصالات، تیرها و ستون‌ها برای تحمل کشش و فشار مورد انتظار طراحی شوند؛
- صفحه اتصال، برای حذف اثر دوران انتهایی که خارج از صفحه کماتش می‌کند، طراحی شود؛

1. Eccentrically Braced Frames (EBFs)
2. Centrically Braced Frames (CBFs)
3. Gusset Plate

- جوش بر اساس حالت بحرانی در ناحیه تسلیم طراحی شود.

این گونه قاب‌ها در ابتدا غیرشکل پذیر^۱ تلقی گردید، در حالی که آسیب پذیری آنها توسط جامعه مهندسان هنوز شناخته نشده بود. پژوهش‌های زیادی در مورد رفتار و طراحی قاب‌های مهاربندی شده انجام شده است. در ادامه بخشی از این پژوهش‌ها شرح داده می‌شود.

ریچارد (Richard, 1986) تحلیل و طراحی اتصالات مهاربندهای با ابعاد بزرگ برای ساختمان‌های بلند را در سال ۱۹۸۶ مورد ارزیابی قرار داد. رفتار پیش کمانشی اعضای مهاربندی فولادی توسط گوال در سال ۱۹۹۲ (Goel, 1992) مورد بررسی واقع شد. نتایج حاصل از این پژوهش‌ها نشان داد طراحی سیستم مهاربندی شده همگرا بدون اعضای شکل‌پذیر، نیروی جانبی را افزایش می‌دهد و در برابر زلزله ایمن نیست. جانسون (Johnson, 2005) در مورد بهبود عملکرد لرزه‌ای قاب مهاربندی شده همگرای ویژه^۲ (SCBF) و پاول (Powell, 2010) در زمینه ارزیابی این قاب‌ها برای بهبود عملکرد لرزه‌ای پژوهش‌هایی انجام دادند. لهن و همکاران (Lehman et al, 2008) بهسازی عملکرد لرزه‌ای جوش و پیچ صفحه اتصال، فاصله منحنی شکل مورد نیاز و سختی صفحه اتصال، اندازه و نوع جوش مورد استفاده در اتصال را بررسی کردند. در این پژوهش مشخص شد، فاصله آزاد منحنی شکل و صفحه اتصال شکل‌پذیر، آسیب‌های وارده به جوش، تیر و ستون را کاهش می‌دهد. هسایو و همکاران (Hsiao et al, 2014) آسیب‌پذیری لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی شده با شکل‌پذیری کم را مطالعه کردند و پیشنهاداتی اصلاحی که مبنای روش طراحی تعادل قرار گرفت را در روش طراحی مهاربندهای همگرای ویژه ارائه نمودند. اسلوت و سن (Sen et al, 2016b ; Sloat, 2014) به ارزیابی و توسعه روش‌های بهسازی قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم پرداختند و رفتار این نوع مهاربند را با نوع شکل‌پذیر مورد مقایسه قرار دادند. بر اساس نتایج این پژوهش نقص جوش مهاربند به صفحه اتصال و کمانش موضعی آن ظرفیت جابه‌جایی سازه را کاهش می‌دهد. همچنین مشخص شد، اتصالات پیچی از رفتار لرزه‌ای مناسب‌تری برخوردار می‌باشند. پژوهش پیشین سن (Sen et al, 2016a) به منظور افزایش ظرفیت شکل‌پذیری قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه با استفاده از کنترل تسلیم صفحه اتصال انجام شده است. پیش از تدوین مقررات ساختمان ۱۹۸۸، تمام اعضای مهاربند و اتصالات را برای مقاومت در برابر نیروهای خارجی طراحی می‌کردند. اما پس از تدوین مقررات جدید مهاربندها را فقط برای مقاومت در برابر بار خارجی طراحی می‌کنند. توصیه شده است اتصالات باید بر اساس ظرفیت مهاربندها طراحی شوند (Sen et al, 2016b). والبریجز و همکاران (Walbridgs et al, 1998) طی یک تحقیق آزمایشگاهی و عددی بر روی رفتار کمانشی اتصالات با ورق تحت بارهای فشاری یکنواخت دریافتند که کمانش ورق‌های نازک تحت باری بسیار پایین‌تر از باری اتفاق می‌افتد که با استفاده از روش ویتور به دست می‌آید همچنین تحلیل‌های عددی آنها نشان داد افزایش سختی بین ورق اتصال و مهاربند، منجر به افزایش مقاومت کمانشی ورق اتصال می‌گردد. یک مطالعه پارامتری برای بررسی تاثیر ورق اتصال بر المان‌های قاب در عملکرد لرزه‌ای مهاربندهای همگرا و توسعه مدل‌های بهبود یافته توسط یو و همکاران (Yoo et al, 2008) انجام گرفت. در این تحقیق جزئیات قاب از جمله اتصالات تیر به ستون، زاویه مهاربند و تغییرشکل‌های غیرالاستیک نیز بررسی گردید. نتایج به دست آمده نشان داد جزئیات مناسب اتصالات می‌تواند تا حد زیادی در بهبود عملکرد قاب موثر باشد.

طراحی قاب‌ها با در نظر گرفتن توصیه‌های طراحی، به منظور حفظ شکل‌پذیری پایدار منجر به طراحی قاب‌های مهاربندی شده همگرای شکل‌پذیر یا ویژه گردید. در قاب‌های مهاربندی شده همگرای شکل‌پذیر یا ویژه، نیرو جانبی باید بین همه‌ی مهاربندهای کششی و فشاری توزیع شود و مهاربندها نیز برای حداکثر نیروی ایجاد شده در اثر ترکیبات بار متعارف طراحی شوند. در قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه، طراحی مهاربندها تنها به صورت کششی مجاز نمی‌باشد. قاب‌های مهاربندی شده همگرای ویژه به قاب‌هایی گفته می‌شود که در آنها، از مهاربندها انتظار می‌رود در اثر نیروی جانبی زلزله طرح، تغییر شکل‌های غیرالاستیک^۳ قابل توجهی را تحمل کنند و در آنها کاهش مقاومت چندان رخ ندهد. رفتار غیرالاستیک مورد نظر ممکن است به مرحله بعد از کمانش مهاربند توسعه یابد. از این‌رو، چیدمان و طراحی مهاربندها و اتصالات آنها باید به گونه‌ای باشد که این تغییر شکل‌ها را تحمل کنند و رفتار تیرها و ستون‌ها در قاب، در ناحیه الاستیک باقی بماند. در صورتی که چنین فرضی در طراحی مهاربندهای همگرا با شکل‌پذیری کم بر اساس مبحث دهم مقررات ملی، در روند طراحی مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

هدف اصلی در این پژوهش بررسی و تعیین میزان نقص اتصالات صفحه اتصال و روش‌های بهسازی و تقویت آن است (Sen et al, 2016a). نتایج حاصل از این پژوهش ابزارهای لازم را در اختیار مهندسان قرار می‌دهد تا قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم موجود را ارزیابی کنند. بهسازی اتصالات موجود مسأله مهمی است، زیرا ASCE14 راهکارهای بسیار کمی برای ارزیابی نقص‌های اتصال ارائه می‌دهد. در این مقاله فقط بخشی از مسائل مربوط به قاب‌های مهاربندی شده

1. Non-ductile

2. Special Concentrically Braced Frame

3. Inelastic deformation

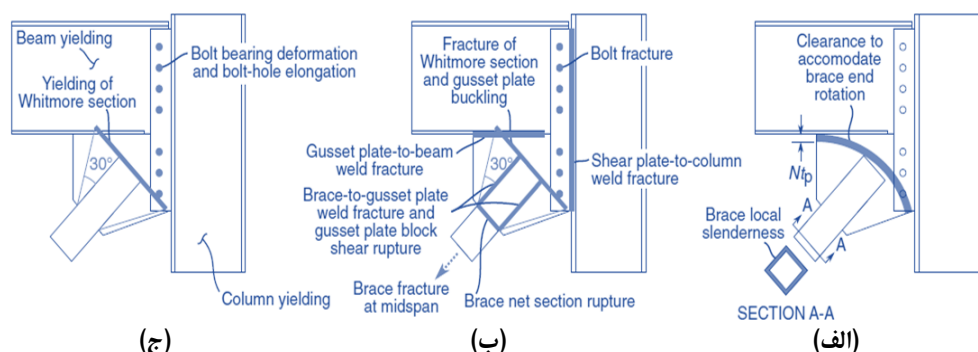
همگرا با شکل‌پذیری کم مورد توجه قرار گرفته است و شماری از چیدمان اتصالات و انواع مهاربند را در بر نمی‌گیرد. علاوه بر این، بررسی عواملی مانند اثر زاویه مهاربند، مقاومت تیر و ستون، عدم پیوستگی عمودی و ارائه راهکارهای بیشتر جهت بهسازی در پژوهش‌های آتی مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

۲- بررسی مکانیسم‌های خرابی

چیدمان مهاربندها در قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم شامل مهاربندهای قطری، ضربدری و جناقی می‌باشد و استفاده از مهاربندهای K شکل در این نوع قاب‌ها مجاز نیست. این‌گونه از مهاربندها بخش زیادی از زیرساخت‌های موجود را تشکیل می‌دهند، در نتیجه شناخت نقایص این نوع مهاربندها به مهندسان در تعیین استراتژی مقاومت‌سازی سازه کمک شایانی خواهد کرد. برای تعیین فراوانی و شدت نقایص این نوع از مهاربندها آزمایش‌هایی انجام گرفته و نتایج حاصل از این آزمایش‌ها در AISC2010 ارائه شده است. ظرفیت طراحی مستلزم آن است که اتصالات، تیرها و ستون‌ها برای ظرفیت مورد انتظار در کشش و فشار طراحی شوند. اما قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم از این روش پیروی نمی‌کنند. مکانیسم تسلیم^۱ اتصالات آنها ناشناخته است و ممکن است دچار شکست ناگهانی شوند.

مکانیسم‌های تسلیم اتصالات قاب مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم شامل تسلیم تیر، تسلیم مقطع ویت‌مور^۲، تسلیم ستون، تغییر شکل پیچ‌ها و کشیدگی سوراخ پیچ‌ها می‌باشد. انواع مدهای گسیختگی^۳ نیز عبارت هستند از شکست جوش مهاربند به صفحه اتصال^۴ (BRW)، شکست مهاربند^۵ (BRF)، شکست جوش صفحه اتصال به تیر^۶ (GPW)، شکست جوش صفحه برشی به صفحه اتصال و تیر^۷ (SPW)، شکست پیچ صفحه اتصال به صفحه برشی^۸ (GPB). محدودیت‌های هندسی در شکل ۲ (الف)، مدهای گسیختگی در شکل ۲ (ب) و مکانیسم‌های تسلیم در شکل ۲ (ج) نشان داده شده است. تکرارپذیری این مدهای گسیختگی و ارزیابی سلسله مراتب آنها یک جزء کلیدی در توسعه طرح مقاومت‌سازی است. مد گسیختگی ناگهانی، بحرانی‌ترین مد می‌باشد که ظرفیت جابه‌جایی نسبی لرزه‌ای قاب‌های مهاربندی شده همگرا را به شدت محدود می‌کند.

محدودیت‌های هندسی^۹، تأثیر مدهای شکست ناگهانی را افزایش می‌دهند. در شکل ۲ الف دو حالت از مهم‌ترین محدودیت‌های هندسی شامل فاصله آزاد دوران خارج از صفحه مهاربند و لاغری موضعی مهاربند نشان داده شده است (Sen et al, 2016a). قوانین طراحی لرزه‌ای AISC، برای دوران انتهایی مهاربند، فاصله آزاد $2t_p$ در انتهای مهاربند و موازی با محور آن را لازم می‌داند. t_p ضخامت صفحه اتصال است (Lehman et al, 2008).

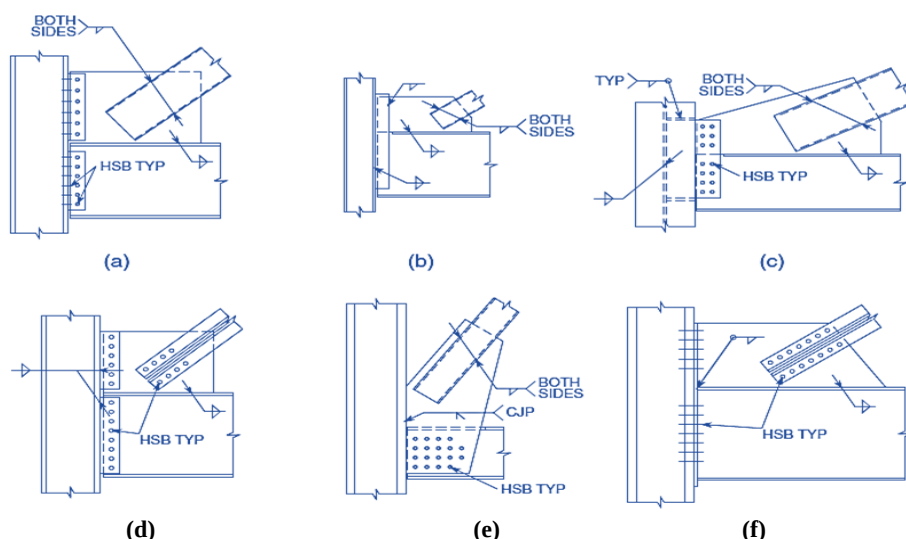


شکل ۲- نمونه قاب مهاربندی شده همگرا، (الف) محدودیت‌های هندسی، (ب) مدهای گسیختگی، (ج) مکانیسم تسلیم

1. Yielding Mechanism
2. Whitmore Yielding
3. Failure Modes
4. Brace-to-gusset plate weld rupture
5. Brace fracture
6. Gusset plate-to-beam weld rupture
7. Shear plate-to-gusset and -beam weld rupture
8. Gusset-to-shear plate bolt rupture
9. Geometric limit

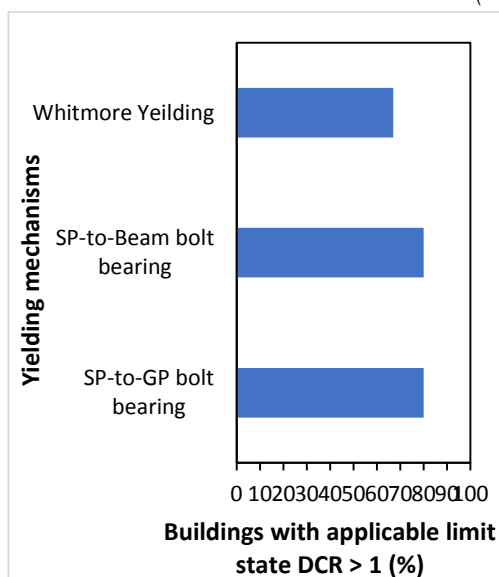
به منظور بررسی کمیت و کیفیت انواع مهاربندها و اتصالات صفحه اتصال که در ساختمان‌های قدیمی استفاده می‌شود، رفتار نمونه ساختمان‌های ساخته شده دارای قاب مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم مورد ارزیابی قرار گرفته است. کاربری این ساختمان‌ها، از نوع بیمارستان، مدرسه و ساختمان اداری می‌باشد که در نواحی لرزه‌خیز واقع شده‌اند. بیشتر چیدمان مهاربندهای با شکل‌پذیری کم، جناقی و یا قطری است.

در شکل ۳ چیدمان صفحه اتصال در قاب مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم ارائه شده است که شامل جوش (a,b)، ترکیب جوش و پیچ (a,c,d,e,f)، اتصال از طریق یک صفحه برشی پیوسته (b,c)، جفت نبشی (a,d)، پیچ انتهایی صفحه (f) و اتصال پیوسته صفحه اتصال به صفحه برشی (e) می‌باشند. در همه اتصالات به جز اتصال پیوسته صفحه اتصال به صفحه برشی (e)، صفحه اتصال به بال تیر جوش می‌شود (Sen et al, 2016a).



شکل ۳- چیدمان صفحه اتصال در قاب مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم

ظرفیت مورد انتظار مهاربند به رابط صفحه اتصال و ظرفیت جوش و پیچ صفحه اتصال براساس روش نیروی یکنواخت^۱ (UFM) و تسلیم مهاربند محاسبه گردیده است (Sen et al, 2016a).



شکل ۴- نقص‌های رایج در بررسی زیرساخت‌ها در مد تسلیم

ماهیت روش نیروی یکنواخت، انتخاب هندسه اتصال است. به طوری که در سه سطح از اتصال که شامل سطح تماس ورق صفحه اتصال به تیر، سطح تماس صفحه اتصال به ستون و سطح تماس تیر به ستون است، هیچ لنگری وجود نداشته باشد. در این روش ضمن سهولت روند طراحی، ابعاد صفحه اتصال به گونه‌ای انتخاب می‌گردد که لنگر حذف شود. در این روش نیروها به طور یکنواخت در محل اتصال صفحه توزیع می‌شوند.

نتایج بررسی قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم بر مبنای روش نیروی یکنواخت در مکانیسم تسلیم که شامل تسلیم در عرض ویت‌مور، تسلیم پیچ صفحه اتصال به صفحه برشی و تسلیم پیچ صفحه برشی به تیر بوده در شکل ۴ نشان داده شده است. می‌توان مشاهده نمود در بیش از ۸۰٪ مهاربندها، پیچ صفحه اتصال به صفحه برشی و پیچ صفحه برشی به تیر، نسبت تقاضا به ظرفیت^۲ (DCR) بیشتر از یک داشته و تسلیم شده‌اند. حداقل و حداکثر مقدار DCR بر مبنای روش نیروی یکنواخت برای محاسبه ظرفیت پیچ‌ها در اتصالات،

1. Uniform Force Method

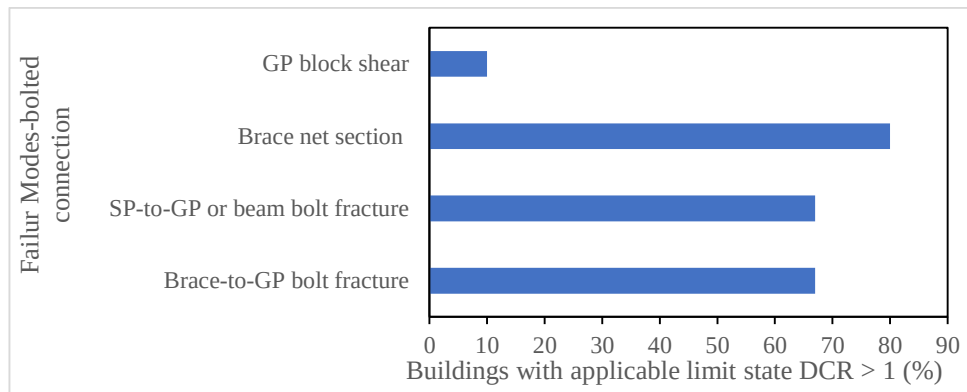
2. Demand-to-Capacity Ratio (DCR)

در جدول ۱ ارائه شده است (Sen et al. 2016a).

جدول ۱- دامنه تغییرات DCR

Classification	Criterion	Demand calculation method	Minimum	Median	Maximum
Yielding Mechanism	Whitmore Yielding	-	۰/۷	۱/۱	۲/۱
	GP-to-SP bolt bearing	UFM	۰/۶	۰/۹	۱/۱
	SP-to-Beam bolt bearing	UFM	۰/۹	۱/۱	۱/۷

نتایج بررسی قاب‌های مهاربندی شده با شکل‌پذیری کم بر مبنای روش نیروی یکنواخت، می‌تواند در مدهای گسیختگی در دو بخش بررسی اتصالات پیچی و جوشی، مورد ارزیابی قرار گیرد. در بخش اول که شامل شکست پیچ است، چهار حالت قابل تعریف شامل شکستگی پیچ اتصال مهاربند به صفحه اتصال، شکست پیچ صفحه برشی به صفحه اتصال یا تیر، شکست مقطع خالص مهاربند و شکست بلوک برشی صفحه اتصال، وجود دارد. نقص‌های رایج در بررسی زیرساخت‌ها در مد گسیختگی برای اتصالات پیچی در شکل ۵ نشان داده شده است. می‌توان مشاهده کرد، بیش از ۸۰٪ مهاربندها در شکست مقطع خالص DCR بیش از یک دارند. مقادیر مربوط به DCR این مدهای گسیختگی در جدول ۲ ارائه شده است. شکستگی پیچ اتصال مهاربند به صفحه اتصال، دارای بیشترین مقدار و برابر ۱/۸ است (Sen et al, 2016a).

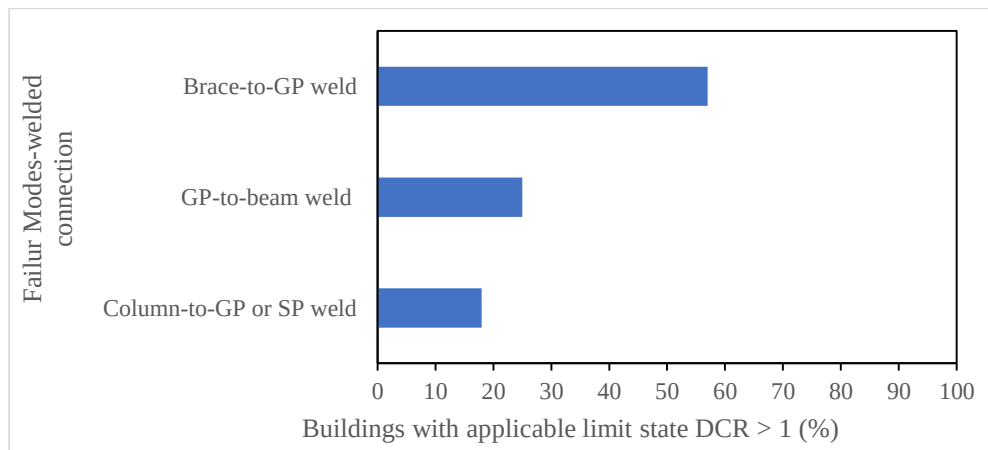


شکل ۵- نقص‌های رایج در بررسی زیرساخت‌ها در مد شکست (اتصالات پیچی)

جدول ۲- دامنه تغییرات DCR

Classification	Criterion	Demand calculation method	Minimum	Median	Maximum
Fracture Modes	Brace-to-GP bolt fracture	-	۰/۶	۱/۱	۱/۸
	SP-to-GP or beam bolt fracture	UFM	۰/۹	۱/۱	۱/۲
	Brace net section rupture	-	۰/۴	۱/۲	۱/۴
	GP block shear	-	۰/۸	۰/۷	۱/۱

در بخش دوم شکست جوش مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. این بخش شامل سه حالت گسیختگی جوش ستون به صفحه اتصال و یا صفحه برشی، شکست جوش صفحه اتصال به تیر و گسیختگی جوش صفحه برشی به صفحه اتصال می‌باشد. نتایج این بررسی نشان می‌دهد بیش از ۵۰٪ جوش‌های اتصال مهاربند به صفحه اتصال دچار گسیختگی شده‌اند. در شکل ۶ ارزیابی نقص‌های رایج در اتصالات جوشی نشان داده شده است. دامنه تغییرات مقادیر DCR مدهای گسیختگی اتصالات جوشی در جدول ۳ ارائه شده است (Sen et al, 2016a).



شکل ۶- نقص‌های رایج در بررسی زیرساخت‌ها در مد گسیختگی (اتصالات جوشی)

جدول ۳- دامنه تغییرات DCR

Classification	Criterion	Demand calculation method	Minimum	Median	Maximum
Fracture Modes	Column-to-GP or SP weld	UFM	۰/۸	۰/۹	۱/۵
	GP-to-beam weld rupture	UFM	۰/۶	۰/۹	۲/۲
	Brace-to-GP weld	-	۰/۶	۱/۱	۱/۸

نتایج بررسی قاب‌های مهاربندی شده با شکل‌پذیری کم بر مبنای روش نیروی یکنواخت در مد محدودیت هندسی با توجه به لاغری موضعی مهاربند انجام شده است. بیش از ۵۰٪ مهاربندها در لاغری موضعی مهاربند DCR بزرگتر از یک داشته‌اند (Sen et al, 2016a).

با توجه به شکل‌های ۴، ۵ و ۶ نقایص رایج را می‌توان در سه گروه عمده به شرح زیر مورد ارزیابی قرار داد: بیشتر اتصالات در قاب‌های مهاربندی شده با شکل‌پذیری کم که مورد ارزیابی قرار گرفته‌اند، فاصله کافی جهت دوران آزاد انتهای مهاربند را دارا نمی‌باشند و جوش‌ها پاسخگوی الزامات جوش بحرانی نیستند.

در مد گسیختگی مهاربندهای با شکل‌پذیری کم می‌توان مشاهده کرد، بیش از ۸۰٪ نمونه‌های آسیب‌دیده دارای DCR بزرگتر از یک هستند که تأییدکننده سطح مقطع ناکافی مهاربند می‌باشد.

در نمونه‌های تخریب شده که مورد ارزیابی قرار گرفته است، بیش از ۵۰٪ مهاربندها (شامل همه مهاربندهای با مقطع سازه‌ای توخالی^۱ (HSS)) حد ضریب لاغری موضعی قاب مهاربندی شده همگرای ویژه را پاسخگو نمی‌باشند (Sen et al, 2016a).

۳- ارزیابی موردی نمونه‌های آزمایشگاهی و مدل‌سازی عددی

در بخش مکانیسم‌های خرابی، نقص‌های رایج در بررسی زیرساخت‌ها مورد بررسی قرار گرفت. از میان مدهای تسلیم، گسیختگی و محدودیت هندسی، مد گسیختگی به دلیل حساسیت بیشتر در ادامه مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مطالعات آماری حالت‌های مختلف شکست برای نمونه اتصالات مشخص شده در شکل ۳، به منظور اولویت‌بندی مقاوم‌سازی مهاربندها و اتصالات در قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم مورد توجه قرار گرفته است (Sen et al, 2016a; Sen et al, 2016b; Hsiao et al, 2014; Sloat, 2014; Johnson, 2014). براساس نتایج جمع‌آوری شده در بررسی سازه‌های موجود و مطالعات آزمایشگاهی، می‌توان سلسله مراتب شکستگی را تعریف نمود. بنابراین بالاترین اولویت در فرآیند بهسازی، بر افزایش ظرفیت شکل‌پذیری ساختار مهاربندی تأکید دارد. مهم‌ترین مواردی که می‌تواند مبنای بهسازی اولیه قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم قرار گیرد، نقص جوش مهاربند به صفحه اتصال و مهاربندهای لاغر می‌باشد. در ادامه به بررسی موردی بهسازی جوش مهاربند به صفحه اتصال پرداخته می‌شود. بهسازی مهاربندهای لاغر در آینده بررسی خواهد شد.

1. Hollow Structural Section

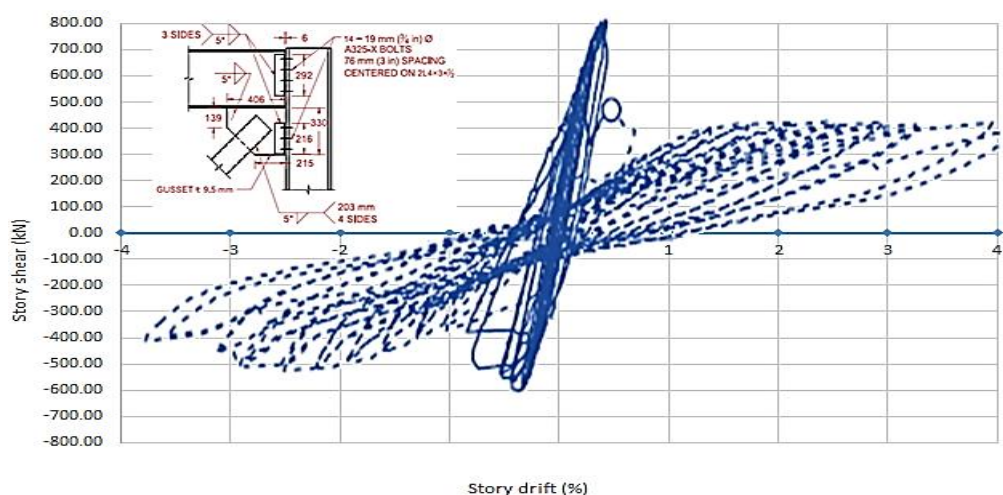
هشت نمونه قاب مهاربندی شده همگرا با شکل پذیری کم در دانشگاه واشنگتن مورد آزمایش قرار گرفت، تا تأثیر نقایص اتصالات مشخص شود. در این مطالعه آزمایشگاهی نمونه‌های دارای نبشی جفت، صفحه برشی پیوسته، صفحه برشی جفت، صفحه انتهایی و اتصالات صفحه برشی به صفحه اتصال را با استفاده از مهاربدهای HSS با سه نسبت لاغری موضعی مختلف بررسی کردند. در این مقاله فقط به شکستگی جوش مهاربند به صفحه اتصال پرداخته شده است. نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهند:

- ۱- مهاربدهای HSS با لاغری موضعی زیاد، به دلیل شروع کمناش موضعی به شدت ظرفیت تغییر شکل قاب را محدود می‌کنند. در تغییر شکل‌های کوچک، کمناش موضعی در پی کمناش مهاربند رخ می‌دهد.
- ۲- بهسازی جوش مهاربند به صفحه اتصال و رفع کمناش موضعی مهاربند HSS منجر به تقویت ظرفیت تغییر شکل برای هر نوع مهاربندی می‌شود.

بر اساس این داده‌ها می‌توان مشاهده کرد که نقص جوش مهاربند به صفحه اتصال و کمناش موضعی آن باعث کاهش ظرفیت مهاربند در دامنه ۴۱ تا ۴۷ درصد خواهد شد. نمونه‌های مختلف اتصال مانند صفحه اتصال به تیر، صفحه اتصال به صفحه برشی، صفحه اتصال به انتهای صفحه و صفحه اتصال به زاویه جوش با روش طراحی تعادل مورد آزمایش قرار گرفتند. نمودار رفتار هیستریزیس برای یک نمونه پیش و پس از شکست در شکل ۷ رسم شده است.

در این بررسی، چیدمان اتصال برای نمونه‌ها بر اساس ظرفیت مورد انتظار مهاربند و محدودیت هندسی بر مبنای روش LRFD^۱ از پیش تعریف شده است. در نمونه بررسی شده، مهاربندی با مقطع مربعی $6 \times 6 \times \frac{1}{4}$ HSS با اتصال جوشی به صفحه اتصال، مورد ارزیابی دقیق قرار گرفته است. ضخامت و عرض صفحه اتصال به ترتیب برابر ۹٫۵ و ۴۰٫۶ میلی‌متر است. در نهایت نمونه دچار شکست جوش مهاربند به صفحه اتصال می‌شود (Sen et al, 2016b). شکست جوش مهاربند به صفحه اتصال شده است.

مقدار DCR به دست آمده در همه‌ی آزمایش‌های انجام شده، بحرانی (بیش از یک) و یا حداکثر مقدار را نسبت به سایر مدهای رفتاری دارا می‌باشد. مقدار DCR در سایر حالت‌های شکست در جدول ۴ ارائه شده است. از آنجایی که مقدار DCR برای شکست جوش مهاربند به صفحه اتصال ۱٫۷ است، احتمال وقوع این نوع شکست نسبت به سایر حالت‌های شکست به دلیل جوش نامناسب بسیار بیشتر می‌باشد. این شکست تا حد زیادی ظرفیت تغییر مکان نسبی را محدود می‌کند. اولین ترک خوردگی جوش در انتهای مهاربند، در محدوده تغییر مکان نسبی ۱٪ اتفاق می‌افتد و قاب تا مرحله شکستگی جوش، به تغییر مکان نسبی ۱٫۳٪ می‌رسد (Biglari, 2004). در لحظه پیش از شکست حداکثر ۸۹٪ نیروی تسلیم مهاربند به دلیل اثر سخت‌شوندگی کرنشی قابل دستیابی است. پس از شکست، ظرفیت مهاربند به کمتر از ۴۷٪ نیروی تسلیم مهاربند کاهش می‌یابد (Sen et al, 2016a).



شکل ۷- نمودار هیستریزیس نمونه

جدول ۴- مقادیر DCR نمونه در بحرانی ترین حالت

Classification	Criterion	DCR
Yielding Mechanisms	Whitmore Yielding	۱
	GP-to-SP bolt bearing	-
	SP-to-beam bolt bearing	-
Failure Modes	Brace-to-GP bolt fracture	۱/۷
	Brace net section rupture	۱/۲
	SP-to-GP bolt fracture	۰/۹
	SP-to-beam bolt fracture	۰/۹
	GP block shear	۰/۹
	GP-to-beam weld rupture	۰/۶
Geometric Limits	Brace local slenderness	۱/۹

مقدار DCR در تمامی نمونه‌ها همواره بیش از ۰/۶ می‌باشد و تا مقدار ۱/۷ نیز افزایش می‌یابد. مقدار DCR به دست آمده توسط Johnson، Sloat، Hsiao و Ballard به ترتیب برابر ۱/۷، ۰/۷ و ۰/۸ می‌باشد. این دامنه تغییرات بیان کننده این واقعیت است که در مطمئن‌ترین حالت اجرای اتصال مهاربند به صفحه اتصال (DCR=0.7) از ۶۰٪ ظرفیت اتصال استفاده می‌شود. این در حالی است که با مشاهده DCR=1.7 امکان وقوع شکست به دلیل کمبود ۷۰ درصدی ظرفیت اتصال وجود دارد. حداکثر ظرفیت قابل اطمینان ساختار مهاربند با DCR=1.7 به ۵۸٪ محدود می‌شود. در این حالت امکان وقوع سایر مدهای شکست طبقه‌بندی شده بسیار کمتر می‌باشد. به گونه‌ای که اگر تمهیداتی به منظور پرهیز از وقوع شکست در اتصال مهاربند به صفحه اتصال در نظر گرفته شود، در شرایط بحرانی حداکثر ظرفیت کششی مهاربند قابل دسترس می‌باشد. همچنین در حالت گسیختگی مقطع خالص مهاربند، مقدار DCR=1.2 امکان استفاده از ۸۳٪ ظرفیت سیستم مهاربند را فراهم می‌سازد. بهبود ۲۵ درصدی در به کارگیری ایمن از ظرفیت ساختار مهاربندی، نکته در خور توجه‌ای می‌باشد که با تأکید بر اجرای صحیح اتصال مهاربند به صفحه اتصال، قابل دسترس می‌باشد (Sen et al, 2016a).

این نقص در قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم رایج می‌باشد. زیرا این گونه قاب‌های مهاربندی شده برای ظرفیت مورد انتظار و با استفاده از الکترودهای مناسب جوش بحرانی طراحی نشده‌اند. براساس نتایج، بحرانی‌ترین نمونه جوش مهاربند به صفحه اتصال، باید حداقل ۱/۵ برابر ظرفیت مهاربند طراحی شود تا حداقل سطح بهسازی و کاهش احتمال وقوع این حالت شکست نسبت به سایر حالت‌ها امکان‌پذیر شود (Sen et al, 2016a). در حالی که به منظور دستیابی به سطح ایمنی مناسب، لازم است مهاربندها برای ۱/۷ برابر ظرفیت مهاربند طراحی شوند تا امکان وقوع چنین حالتی از شکست حذف گردد.

۴- نتیجه‌گیری

آسیب‌پذیری قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم تحت تأثیر بار لرزه‌ای در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت. شکست مهاربند در حالت‌های مختلف مانند شکست مهاربند، شکست جوش صفحه اتصال به تیر، شکست جوش صفحه برشی به صفحه اتصال و تیر، شکست پیچ صفحه اتصال به صفحه برشی قابل مشاهده است. همچنین آسیب‌هایی مانند شکست ناپهنگام مهاربند، شکست جوش صفحه اتصال به صفحه برشی و تیر، کمانش خارج از صفحه و داخل صفحه مهاربند، وجود مهاربند نامناسب و کمانش موضعی مهاربند، با احتمال کمتر امکان وقوع می‌یابند. در این پژوهش پس از انتخاب شکست اتصال جوشی مهاربند به صفحه اتصال به عنوان با اهمیت‌ترین حالت شکست، رفتار شکست این اتصال به دلیل اهمیت بسیار زیاد آن مورد توجه قرار گرفت.

با توسعه معیارهای طراحی و پیشرفت‌های بسیاری که در طراحی لرزه‌ای رخ داده است. نقایص زیادی از لحاظ مقاومت اتصالات، اعضای قاب و شکل هندسی مهاربند قابل مشاهده است. بحرانی‌ترین حالت شکست در این گونه از قاب‌های مهاربندی شده، شکست ناپهنگام اتصال مهاربند به صفحه اتصال با DCR=1.7 می‌باشد. افزایش ۷۰ درصدی مقدار DCR نشان دهنده امکان وقوع شکست به دلیل کمبود ۷۰ درصدی در ظرفیت اتصال مهاربند به صفحه اتصال می‌باشد. دلیل این گونه از شکست در قاب‌های مهاربندی شده، عدم طراحی برای ظرفیت مورد انتظار مهاربند و استفاده از الکترودهای نامناسب در اجرای جوش بحرانی می‌باشد. حداکثر ظرفیت قابل اطمینان مهاربند با DCR=1.7 به ۵۸٪ محدود می‌شود. با تقویت اتصال مهاربند به صفحه اتصال، حداکثر ظرفیت کششی مهاربند قابل دسترس می‌باشد. براساس نتایج در بحرانی‌ترین نمونه، جوش مهاربند به صفحه اتصال می‌بایست ۱/۵ برابر ظرفیت مهاربند طراحی شود تا حداقل سطح بهسازی امکان‌پذیر شود. در این حالت امکان وقوع DCR=1.2

در گسیختگی مقطع خالص مهاربند، امکان استفاده از ۸۳٪ ظرفیت سیستم مهاربند را فراهم می‌سازد. در حالی که به منظور دستیابی به سطح ایمنی مناسب لازم است مهاربندها برای ۱/۷ برابر ظرفیت مهاربند طراحی شوند تا امکان شکست اتصال مهاربند به صفحه اتصال حذف گردد و از تمامی ظرفیت مهاربندی استفاده شود. در چنین حالتی ظرفیت باربری سازه ۵۸٪ بهبود می‌یابد که می‌تواند دلیل مناسبی برای مقاوم‌سازی به شمار رود.

این نتایج ابزار مناسبی را در اختیار مهندسان قرار می‌دهد تا قاب‌های مهاربندی شده همگرا با شکل‌پذیری کم موجود را ارزیابی کنند. بهسازی اتصالات موجود مسأله مهمی است زیرا آیین‌نامه‌ها راهکارهای بسیار کمی جهت ارزیابی نقص‌های اتصال ارائه می‌دهند. لازم به ذکر است علاوه بر محدودیت‌های ذکر شده، مواردی نیز مانند تأثیرات زاویه مهاربند، مقاومت تیر و ستون و عدم پیوستگی عمودی، نیاز به بررسی ویژه برای بهسازی دارند.

تشکر و قدردانی

لازم است از همکاری و زحمات ارزشمند خانم آیدا صفابخش قدردانی شود.

منابع

- ۱- کاتبی جواد، کهریزی مهدی (۱۳۹۳)، «بررسی تاثیر پارامترهای ورق اتصال بر عملکرد قاب‌های با مهاربندی همگرا»، نشریه علمی و پژوهشی سازه و فولاد، سال دهم، شماره پانزدهم، بهار و تابستان ۱۳۹۳
- 2- Biglari, A. (2004). "Lateral load carrying capacity of dual frames composed of eccentrically braced and semi-rigid frames", The Ferdowsi University of Mashhad, Iran.
- 3- Cui, Y., Asada, H., Kishiki, SH., Yamada, S. (2012). "Ultimate strength of gusset plate connections with fillet welds", Journal of Constructional Steel Research 75 (2012) 104–115.
- 4- Farshchi, H.R. Moghadam, A. vetr, M.Gh. (2008). "Expermental Study of connection Strength Effects in X-Type Braced Frames", Structure and steel.
- 5- Goel, S. C. (1992). "Cyclic post buckling behavior of steel bracing members", Stability and ductility of steel structures under cyclic loading, CRC Press, Boca Raton, FL.
- 6- Hsiao, P. C., Lehman, D. E., Berman, J. W., Roeder, C. W., and Powell, J. (2014). "Seismic vulnerability of older braced frames", J. Perform. Constr. Facil., 10.1061/(ASCE) CF.1943-5509.0000394, 108–120.
- 7- Johnson, M. M. (2014). "Seismic evaluation of bolted connection in non-seismic concentrically braced frames", M.S. thesis, Univ. of Washington, Seattle.
- 8- Johnson, S. M. (2005). "Improved seismic performance of special concentrically braced frames", M.S. thesis, Univ. of Washington, Seattle.
- 9- Lehman, D.E., Roeder, C.W., Herman, D., Johnson, SH., and Kotulka, B. (2008). "Improved Seismic Performance of Gusset Plate Connections", Journal of Structural Engineering ASCE 2008.134:890-901.
- 10- Powell, J. A. (2010). "Evaluation of special concentrically braced frames for improved seismic performance and constructability", M.S. thesis, Univ. of Washington, Seattle.
- 11- Richard, R. M. (1986). "Analysis of large brace connection designs for heavy construction", Proc., AISC National Engineering Conf., AISC, Chicago.
- 12- Sen, A. D., ASCE, S. M., Sloat, D., Ballard, R., Johnson, M. M., Roeder, CH. W., ASCE, M., Lehman, D. E. and Berman, J. W., ASCE, A. M. (2016). "Experimental evaluation of the seismic vulnerability of braces and connections in older concentrically braced frames", Journal of Structural Engineering ASCE: 10.1061/ST.1943-541X.0001507, 0401600.
- 13- Sen, A. D., ASCE, S. M., Swatosh, M. A., Ballard, R., Sloat, D., Johnson, M. M., Roeder, CH. W., ASCE, M., Lehman, D. E. and Berman, J. W., ASCE, A. M. (2016). "Development and Evaluation of Seismic Retrofit Alternatives for Older Concentrically Braced Frames", Journal of Structural Engineering ASCE: DOI: 10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0001738.
- 14- Sloat, D. A. (2014). "Evaluation and retrofit of non-capacity designed braced frames", M.S. thesis, Univ. of Washington, Seattle.
- 15- Walbridges, S.S., Grondin, G.Y., and Cheng, J.J.R. (1998). "An analysis of the cyclic behavior of steel gusset plate connections", Department of Civil and Environmental Engineering, University of Alberta, Edmonton, Alta. Structural Engineering Report no.194.
- 16- Yoo, J.H., lehman, D.W., Reorder, C.W. (2008). "Influence of connection design parameters on the seismic performance of braced frames", J. Constr. Steel Res 64. 607-623.

ارزیابی عملکردی و کیفی پارامترهای مقاومتی بتن پرمقاومت و خود تراکم

حامد ترابی خداهشهری^{۱*}، مسعود نوروزی نژاد^۲،

سید جلال الدین اعلمی^۳

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۰۵

کد مقاله: ۶۴۵۰۷

چکیده

بتن یکی از مهم‌ترین، پرمصرف‌ترین و کاربردی‌ترین مصالح در صنعت ساخت‌وساز می‌باشد. امروزه با توجه به پیشرفت علم و توسعه آن در جهت‌های مختلف استفاده از نانو مواد و الیاف پلیمری در مخلوط‌های بتنی کاربرد به سزایی داشته‌اند. با توجه به اهمیت شاخصه مقاومتی به خصوص مقاومت فشاری در بتن و جلوگیری از وجود خرابی‌های کوتاه مدت و هزینه بالای نگهداری امروزه استفاده از بتن‌های ویژه‌ای همچون بتن پرمقاومت و خودتراکم به دلیل داشتن شاخصه مقاومتی و عدم نیاز به تراکم در پروژه‌های عمرانی معمولی و دارای اهمیت بسیار کاربردی می‌باشد. در این تحقیق با توجه به ارزیابی آزمایشگاهی این دو مخلوط بتنی در آزمایش‌های مقاومت فشاری، خمشی، کششی و دوام و استفاده از نانو موادی با درصد-های مختلف وزنی همچون نانو سیلیس، نانو آهک و نانو آلومینا و استفاده از مسلح‌کننده پلیمری الیافی شاهد رشد مقاومت در مخلوط‌های بتنی پرمقاومت و خودتراکم خواهیم بود.

واژگان کلیدی: پارامترهای مقاومتی، بتن پرمقاومت، بتن خود تراکم.

۱- کارشناس ارشد مهندسی عمران در گرایش ژئوتکنیک (مسئول مکاتبات) (Torabi.haamed@gmail.com)

۲- کارشناس ارشد مهندسی عمران در گرایش سازه

۳- کارشناس ارشد عمران در گرایش ژئوتکنیک

۱- مقدمه

در سال‌های اخیر، کاربرد پوزولان‌ها و مواد افزودنی مرغوب، نقش عمده‌ای در تولید بتن‌های توانمند داشته است. بتن توانمند، بتنی است که حداقل یک خاصیت غیرمعمول را نسبت به بتن معمولی دارا باشد. این بتن‌ها علاوه بر داشتن مقاومت زیاد، می‌تواند عملکرد بسیار خوبی در محیط‌های خورنده داشته باشند و دوام بالایی را نشان دهند. کاربرد پوزولان‌های خاص به همراه فوق روان کننده‌ها می‌تواند ضمن تولید بتن‌های با مقاومت بیش از ۵۰ مگاپاسکال دوام قابل ملاحظه‌ای نیز ایجاد نمایند. تفاوت‌های قابل ملاحظه‌ای در بتن‌های الیافی با بتن‌های معمولی مشاهده شده است (۱).

در اوایل دهه‌ی ۸۰ میلادی، ایده‌ی استفاده از دانه‌بندی بسیار ریز جهت تکمیل دانه‌بندی مصرفی در ساخت بتن پیشنهاد شد. این ایده از آنجا ظهور پیدا کرد که تحقیقات پژوهشگران نشان داد، ضعیف‌ترین بخش بتن در ناحیه پیوستگی بین ملات و سنگ دانه‌های درشت ایجاد می‌شود. با کم شدن سنگدانه‌های درشت و استفاده از سنگدانه ریز به عنوان فیلر یا پر کننده جهت ایجاد چفت و بست و کاهش تخلخل در ملات، این ناحیه ضعیف حذف می‌شود و ریز ترک‌های ناحیه‌ی انتقال که باعث گسیختگی نهایی بتن می‌شود، محدود خواهند شد. این بتن با نام بتن با عملکرد بسیار بالا (UHPC) معرفی شده است. این بتن تقریباً غیر قابل نفوذ است و همین امر باعث می‌شود تا بسیاری از ضعف‌های بتن معمولی مانند ضعف در برابر سیکل‌های یخ بندان، خوردگی آرماتور و حمله‌ی یون‌های کلر را نداشته باشد. همچنین ضعف عمده‌ی بتن یعنی مقاومت کششی پایین را تا حد زیادی مرتفع کرده است (۲). گرایبال و داویس اثر اندازه الیاف بر استحکام فشاری بتن توانمند را مورد بررسی قرار دادند و پیشنهاد نمودند که الیاف پلیمری به طول ۷ میلیمتری در بتن آزمایش شده مناسب نیست. علاوه بر این، افزایش متوسط ۴۰ درصدی در مقاومت فشاری در نگهداری گرمایی ۹۰ درجه سانتی گراد (۱۹۴ درجه فارنهایت) در مقایسه با نمونه‌های کنترل نشده مشاهده شد (۳).

Empelmann و همکاران در سال (۲۰۰۸) برتری اصلی بتن‌های پر مقاومت، بهبود در دوام سازه‌های بتنی است. بتن با عملکرد بسیار بالا باعث برتری سازه در برابر عوامل مخرب می‌شود و برای اجرای سازه‌هایی با طول عمر زیاد دارای اهمیت است. با توسعه‌ی بتن با عملکرد بسیار بالا، کاربردهای کاملاً نوینی در ساخت وسازه‌های صنعت بتن بدست آمد. با این وجود به دلیل رفتار ترد مصالح UHPC در مقاومت نهایی فشاری و کششی و افت قابل توجه ظرفیت تحمل بار بعد از بار حداکثر، افزودن الیاف مختلف از جمله الیاف فولادی که منجر به تولید بتن با الیاف تقویت شده و عملکرد فوق العاده بالا می‌شود جهت بهبود رفتار پس از شکست توصیه شده است (۴).

ACI^۱ انواع مختلف الیاف جهت استفاده در بتن پر مقاومت (توانمند یا فوق توانمند) را به چهار گروه تقسیم بندی نموده است که شامل موارد زیر می‌باشد:

۱. فولادی
۲. شیشه‌ای
۳. مصنوعی
۴. طبیعی

که به جهت استفاده کاربردی در پروژه‌های عمرانی و آزمایشگاهی (پروژه‌های علمی) موجود می‌باشد (۵). Oulemonde and Resplendino در سال ۲۰۱۲ به بررسی استفاده از الیاف فولادی بصورت جایگزین میلگردهای مصرفی مورد مطالعه قرار دادند که برای بهبود در شکنندگی ناگهانی بتن استفاده می‌شود. در این تحقیق مقاومت فشاری این نوع از بتن بیش از ۱۵۰ MPa و مقاومت کششی آن بیش از 7 MPa می‌باشد. طرح اختلاط UHPFRC^۲، حاوی مقدار زیادی نانو چسباننده می‌باشد که باعث شده است هیچگونه تخلخل و موینگی در این بتن وجود نداشته باشد (۶).

Ghafari و همکاران در سال (۲۰۱۴) بتن فوق توانمند الیافی را یک ماده‌ی ترکیبی جدید نامیدند و با اشاره به شاخصه‌هایی همچون مقدار پیوستگی بالا، نسبت آب به مواد کم و مقدار مصرفی الیاف در ساخت این نوع از بتن نتایجی همچون ایجاد ظرفیت جذب انرژی و خواص عملکردی و مکانیکی بسیار بالایی را اشاره کردند (۷).

Spiesz and Brouwers در سال (۲۰۱۵) به بررسی و مطالعات زیست محیطی در خصوص استفاده از بتن‌های فوق توانمند پرداختند. در این تحقیق رایج‌ترین اقدامات جهت کاهش معایب اقتصادی و زیست محیطی UHPFRC، عمدتاً محدود به گنجانیدن محصولات صنعتی و یا گاهی اوقات مواد زائد، بدون به خطر انداختن خواص مکانیکی و عملکردی این نوع از بتن‌ها بوده است. استفاده از تفراله‌ی سرباره‌ی ذوب آهن (GGBS)، خاکستر بادی (FA)، میکروسیلیس (SF) به عنوان جایگزین کلینکر در تولید UHPFRC استفاده شده است. علاوه بر این، برخی از زباله و یا بازیافت موادی مثل خاکستر پسته برنج، بازیافت خرده شیشه، خاکستر سوخته نخل، زباله سرامیک و خاکستر زباله نیز برای تولید این مخلوط‌ها استفاده شده است (۸).

1. American Concrete Institute

2. Ultra High Performance Fiber Reinforced Concrete

Walraven در سال (۲۰۰۹) به بررسی تاثیر الیاف بر مقاومت فشاری به جز در تغییر مود خرابی از ترد به شکل پذیر نداشته است. افزودن الیاف باعث افزایش شکل پذیری شده که به جذب انرژی در هنگام ترک خوردگی مرتبط دانسته شده است. نمونه-های حاوی الیاف طولی تر، کرنش سختی بیشتری در مقایسه با نمونه‌ها با الیاف کوتاه‌تر از خود نشان داده‌اند (۹). Nilli و همکاران در سال (۲۰۱۰) با توجه به مطالعه Qing و همکاران در سال (۲۰۰۷) به بررسی استفاده از دوده سیلیس، نانو سیلیس و استفاده توام با الیاف پرداختند و نتیجه‌ای حاصل این چنین حاصل شد که به هنگام بارگذاری بتن، ریزترک‌های اولیه و کوتاه در بتن توزیع می‌شوند. با یکی شدن این ریزترک‌ها، ترک‌های بزرگ و قابل رویت شکل می‌گیرند. الیاف به کار رفته در مخلوط‌های سیمانی می‌توانند با پل زدن و بستن ترک‌ها در خلال بارگذاری و باربرداری، رشد ترک‌ها را کنترل نمایند. الیاف ریزتر به محض شروع ریزترک‌ها در بتن فعال می‌شوند و می‌توانند از رشد بیشتر ریزترک‌ها جلوگیری نمایند. بنابراین به نظر می‌رسد بتن، زمان بیشتری در فاز الاستیک باقی بماند. می‌توان با ترکیب انواع مختلف الیاف با درصد‌های حجمی متفاوت به ترکیب بهینه-ای، برای مشخصات مکانیکی بهبود یافته، رسید تنش در بتن مسلح الیاف ترکیبی (هیبرید) به خوبی می‌تواند توزیع شده و خواص مکانیکی را بهبود بخشد. دوده‌ی سیلیسی نیز به عنوان یک مصالح پوزولانی، با بهبود پیوستگی سنگدانه با خمیر سیمان منجر به افزایش مقاومت فشاری در سنین بالای بتن می‌شود. با این وجود تردی بتن را افزایش می‌دهد. بررسی‌ها نشانگر مزیت استفاده‌ی هم زمان از دوده‌ی سیلیسی و الیاف در مخلوط‌های بتن می‌باشد که منجر به افزایش موثر در مقاومت خمشی بتن می‌گردد. این امر می‌تواند در اثر افزایش مقاومت ناحیه‌ی انتقالی بتن توسط دوده‌ی سیلیسی و ممانعت از رشد ترک‌ها توسط الیاف فولادی باشد. نانو ذراتی مانند نانوسیلیس دارای انرژی سطحی و واکنش پذیری بالا می‌باشند که منجر به فعالیت پوزولانی بیشتر در سنین اولیه نسبت به دوده‌ی سیلیسی می‌شوند. کاربرد نانو سیلیس نشانگر افزایش مقاومت فشاری، بویژه در سنین اولیه است. همچنین افزایش مقاومت پیوستگی ناحیه‌ی انتقالی سنگدانه و خمیر سیمان با استفاده از نانوسیلیس بسیار موثرتر از دوده‌ی سیلیسی است. هدف از استفاده و توسعه‌ی UHPFRC دستیابی به مقاومت کششی شکل پذیر بالا است که الیاف‌های فولادی این نقش را بر عهده دارند که بعد از ایجاد ترک در این بتن، مقاومت کششی شکل پذیر خوبی را فراهم می‌آورند و این مشخصه بتن UHPFRC است که آن را از دیگر بتن‌ها ممتازتر ساخته است (۱۰).

نظریه بتن خودتراکم تحت عنوان بتنی که خودش متراکم می‌شود و احتیاج به تراکم توسط ویبراتور نداشته باشد به عنوان راه حلی برای رفع مشکل دوام سازه‌های بتنی توسط آقای اکامورا در سال ۱۹۸۶ مطرح گردید. مطابق با تعریف اوکامورا: خاصیت ویژه خودتراکمی این نوع بتن به مشخصات مصالح و نسبت اختلاط وابسته می‌باشد. اوکامورا در تحقیقات خود در سال ۱۹۸۶ با ثابت نگه داشتن مقدار سنگدانه‌های درشت و سنگدانه‌های ریز و با تنظیم نسبت آب به سیمان ($\frac{W}{C}$) و با افزودن مقداری فوق روان‌ساز، توانست به خاصیت خودتراکمی بتن دست یابد. به جهت تکمیل مطالعه‌ی آقای اکامورا نیز تحقیقات در مورد این نوع بتن بیشتر در بحث کارایی و عملکرد می‌باشد که توسط آقای ادوارد و میکلو در دانشگاه توکیو انجام گرفت.

در تحقیق Narendra and Muthu در سال ۲۰۰۸، در برنامه‌ریزی برای شروع مطالعات آزمایشگاهی به‌طور گسترده از روش تاگوچی استفاده شده است که با تعیین ترکیب بهینه‌ی بتن خودتراکم با در نظر گرفتن ۷ عامل تاثیر گذار (سنگدانه‌های درشت، سنگدانه‌های ریز، سیمان، خاکستر بادی، آب، فوق روان‌کننده و مواد آب‌بند) در ۲ سطح مختلف از روش تاگوچی و آرایه‌ی متعامد L_8 استفاده شده است (۱۱). در پژوهشی دیگر توسط Tanyildizi در سال ۲۰۱۴، خصوصیات ترک و مقاومت فشاری بتن سبک سازه‌ای در برابر حرارت‌های بالا با استفاده از آرایه‌های متعامد L_{18} و روش تاگوچی مورد ارزیابی قرار گرفته و درصد خاکستر بادی، درجه حرارت و میزان سیمان به عنوان عوامل تاثیرگذار انتخاب شده است (۱۲). در تحقیقات Hasn در سال (۲۰۱۱) (۱۳)، Jozsa و همکاران در سال (۲۰۱۰) (۱۴)، RAY Fernando در سال (۲۰۰۹) (۱۵) و روتزلرو و همکاران در سال (۲۰۰۶) (۱۶)، در مقایسه با الیاف فولادی، الیاف مصنوعی در مقدار حجم پایین تری، بین ۰/۱٪ تا ۰/۵٪، استفاده می‌شود که سبب کنترل ترک خوردگی و انقباض پلاستیک می‌شود، اما مقاومت را افزایش نمی‌دهد.

در تحقیق Zhong and Yao بیان شده که با ورود الیاف به بتن دو نوع وضعیت اصلی اتفاق خواهد افتاد:

۱. ترک خوردگی موازی با الیاف

۲. ترک خوردگی عمود بر الیاف

که در صورت عبور الیاف عمود بر لبه‌های ترک با پل زدن الیاف بین ترک‌ها، یکپارچگی بتن با تغییر شکل‌های زیاد حفظ شده و مقاومت کششی و خمشی به دلیل ضعف دوزندگی الیاف بالا می‌رود. استفاده از آرماتورها در مقایسه با الیاف از دیدگاه میکروسکوپی موثر واقع شده و حتی در صورت وقوع ترک با پدیده خوردگی مواجه خواهیم شد و بتن کاملاً از بین می‌رود در صورتی که با توزیع اتفاقی الیاف در فواصل بسیار کوچک‌تر از فاصله بین آرماتورها اندازه ترک‌ها کوچک‌تر شده و باعث کاهش نفوذپذیری و پایداری بتن در محیط‌های مهاجم می‌شود. در حالت کلی توزیع اتفاقی الیاف در فواصل کوچک‌تر از فاصله بین آرماتورها باعث پخش و کوچک‌تر شدن اندازه ترک‌ها شده و پس از ترک خوردن مقاومت کششی و خمشی بدلیل خاصیت دوزندگی الیاف بالا رفته و یکپارچگی بتن با تغییر شکل‌های زیاد حفظ می‌شود (۱۷).

پژوهش‌های سانچز و سابالو در سال (۲۰۱۰) نشان می‌دهد که بتن از یک فاز بی شکل، کریستال‌هایی به اندازه‌ی نانومتر تا میکرومتر و آب، تشکیل می‌شود. ویژگی‌های بتن و مکانیزم‌های تخریب در میان مقیاس‌های چندگانه‌ی طولی از نانو تا میکرو و تا ماکرو اتفاق می‌افتد (۱۸). همچنین بررسی‌های گودیر در سال (۲۰۰۳) نشان داده که در بتن حاوی نانو سیلیس، نانو ذرات، منفذهای نانو اندازه‌ی خمیر سیمان را پر می‌کند و نانو سیلیس nano-SiO₂ با هیدروکسید کلسیم Ca(OH)₂ واکنش پوزولانی می‌دهد و C-S-H اضافی تولید می‌کند که هر دو فرآیند، از اندازه‌ی ذره و پراگندگی مناسب نانوذرات در خمیر سیمان متأثر هستند (۱۹).

در پژوهشی که توسط آقای E I-Dieb و همکارانش در سال (۲۰۰۵) انجام پذیرفت ایشان به مطالعه اثر الیاف فولادی و الیاف پلی پروپیلن به‌طور جداگانه بر روی خواص بتن تازه خودتراکم پرداختند. یکی از مهمترین ویژگی‌های بتن خودتراکم، کارایی بالای این نوع بتن می‌باشد که الیاف می‌تواند تا حدود زیادی از این کارایی بکاهد. در نتیجه رسیدن به یک حجم بهینه از اهداف این مطالعه می‌باشد. آنها الیاف را در درصدهای مختلف به طرح شاهد اضافه نمودند. از الیاف پلی پروپیلن در این مطالعه به میزان ۰.۶، ۰.۹، ۱.۲، ۱.۵ و ۱.۸ گرم بر سانتی متر مکعب استفاده شده و حجم الیاف فولادی نیز برای نوع ۰.۵، ۱، ۱.۵، ۲٪، ۳٪ و برای نوع ۲ و ۳ به ترتیب ۰.۵٪، ۱٪، ۲٪، ۳٪ در نظر گرفته شد (در مجموع ۵۴ طرح). تفاوت در میزان حجم الیاف پلی پروپیلن عامل مقایسه طرح های این الیاف در نظر گرفته شده و به جهت مقایسه نتایج طرح های اختلاط حاوی الیاف فولادی با نسبت های طول به قطر و درصدهای حجمی متفاوت از ضریب $\frac{V_F \times L}{D}$ بهره جستند (۲۰).

مونیتا اولیویا و همکاران در سال ۲۰۱۲ به بهینه سازی مخلوط ژئوپلیمر خاکستر بادی با استفاده از روش تاگوچی و مطالعه بر روی خواص مکانیکی و دوام بتن تولید شده از مخلوط بهینه پرداختند و در مجموع ۹ مخلوط با در نظر گرفتن اثرات محتوای کل، نسبت محلول قلیایی به خاکستر و نسبت سیلیکات سدیم به هیدروکسید سدیم مورد بررسی قرار گرفت. نتایج آزمون نشان داد که خواص مکانیکی مخلوط ژئوپلیمر مورد آزمایش قرار گرفته قابل رقابت با نمونه هایی که از بتن OPC ساخته شده اند می باشد و ارائه یک جانشین بهتر و بادوام تر نسبت به بتن OPC در محیط آب دریا می باشد. در تحقیق آقای Erdogan ozbay و همکاران در سال ۲۰۰۹، نتایج حاصل از تحقیق به این صورت آمده است. بتن خودتراکم با مقاومت بالا HSSCC شامل اجزای بسیاری است دارای اهمیت است که باید از یک رویکرد سیستماتیک برای شناسایی مخلوط بهینه استفاده کنیم به همین دلیل در این تحقیق با استفاده از روش متعارف تاگوچی از یک آرایه آرتوگونال L18 جهت ارزیابی رتبه بندی پارامترهای موثر و بهترین ترکیب مخلوط خواص تازه و سخت شده بتن خودتراکم با مقاومت بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این تحقیق دیده شده که روش تاگوچی یک رویکرد امیدوار کننده برای پاسخگویی به چندین ویژگی مخلوط تازه و سخت شده، خود بتن تراکم با مقاومت بالا HSSCC است. روش آزمایشات تاگوچی می‌تواند پروتکل مورد نیاز برای بهینه سازی مخلوط بتن HSSCC با کاهش تعداد دسته های آزمایشات به سادگی انجام دهد. این مطالعه نشان داده است بتن خودتراکم سازگاری با رعایت معیارهای بتن با مقاومت بالا را داراست. همانطور که در نتایج خواص بتنی تازه و سخت شده نمونه های بتنی دیده می‌شود آنها خواص رضایت بخشی از بتن HSSCC که مورد انتظار است را می‌دهند (۲۱).

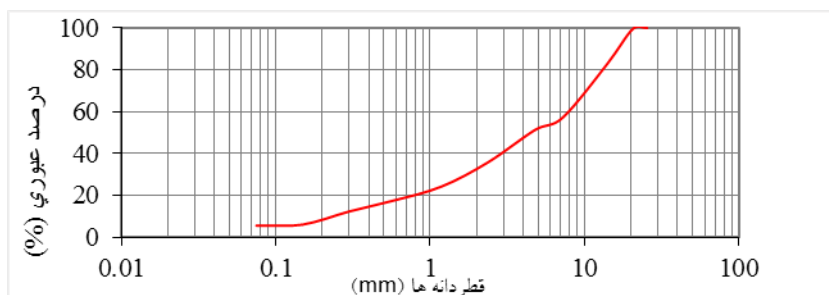
اردلان و همکاران در سال ۲۰۱۷، اثر نانوذرات سیلیس بر نفوذپذیری بتن را با استفاده از تکنیک پاشش نانوسیلیس نگهداری در اکسید نانوسیلیس رقیق شده مورد مطالعه قرار دادند. بر اساس نتایج آنها مقاومت در برابر نفوذ نمونه ها بوسیله عمل آوری بتن در محیط پوشیده شده با نانوسیلیس به وضوح بهبود می یابد. مقدار مطلوب نفوذپذیری در مخلوط با نسبت آب به سیمان ۴۸٪ که در محلول نانو سیلیس ۱۲٪ که بهترین نمونه ها در ۲ زمان با نانو سیلیکون اسپری شده اند، دیده شده است (۲۲).

۲- مواد و مصالح

۲-۱- مصالح خاکی

سنگدانه‌ها در بتن تقریباً سه چهارم حجم بتن را تشکیل می‌دهند، از آنجا که سنگدانه‌ها از ارزان‌ترین اجزای تشکیل دهنده بتن محسوب می‌شوند و همچنین حجم بالایی از ماتریکس بتن را تشکیل می‌دهند، اصطلاحاً دانه بندی آنها در راستای رسیدن به بتن با کارایی و عملکرد مناسب از اهمیت بالایی برخوردار است. پاکیزه بودن مصالح سنگی (عاری بودن مصالح سنگی از هرگونه گل و لای) و دانه‌بندی آن از مهم‌ترین عوامل در رشد این خاصیت است.

در این پژوهش برای ساخت بتن خود تراکم از مصالح سنگی با دانه‌بندی خوب (well graded) مطابق با استاندارد ASTM C33 در سال ۲۰۰۸ در دامنه دانه بندی ۱۶-۰ میلی‌متر مطابق با شکل (۱) مورد استفاده قرار گرفته است. خواص فیزیکی مصالح سنگی مورد استفاده مطابق با جدول (۱) می‌باشد. در خصوص ساخت بتن پر مقاومت نیز از مصالح سنگی با دامنه دانه بندی ۱۹-۰ میلی متر استفاده شده است که در جدول (۲) ارائه شده است. شایان ذکر است مصالح سنگی از کارخانه لوله سازی شمال تهیه شده است.



شکل ۱- منحنی دانه‌بندی مصالح سنگی ۱۶-۰ میلی‌متر

جدول ۱- مشخصات فیزیکی مصالح سنگی مورد استفاده در بتن پر مقاومت

درصد عبوری از الک										شماره الک
#۲۰۰	#۱۰۰	#۵۰	#۳۰	#۱۶	#۸	#۴	۰/۵"	۳/۴"	۱"	۲۵
۰/۷۵	۰/۵	۰/۳	۰/۶	۱/۱۸	۲/۳۶	۴/۷۵	۱۲/۵	۱۹	۲۵	سایز الک (mm)
-	-	-	-	-	-	۱/۲	۲۳/۵	۳۸	۱۰۰	درشت‌دانه
۲/۱۷	۸/۷	۱۴/۱	۳۱/۳	۶۲/۲	۸۲/۱	۹۷/۹	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	ریزدانه

جدول ۲- مشخصات فیزیکی مصالح سنگی

مقدار	مشخصات فیزیکی	مقدار	مشخصات فیزیکی
۲/۴۰	جذب آب ماسه (%)	۲/۶۰	توده ویژه ماسه (ASTM D854)
۱/۱۰	جذب آب شن (%)	۲/۶۴	توده ویژه شن (ASTM D854)
۲/۷۵	مدول نرمی ماسه	۹۷	SE (%)

۲-۲- مصالح سیمانی

در این پژوهش از سیمان پر تلند تیپ ۲ کارخانه هگمتان استفاده شده است. رنگ سیمان خاکستری بوده که دارای چگالی $3/15 \text{ gr/cm}^2$ می‌باشد. مشخصات فیزیکی سیمان مصرفی در جدول (۳) و مشخصات شیمیایی در جدول (۴) آورده شده است.

جدول ۳- مشخصات فیزیکی سیمان مصرفی

نوع سیمان	وزن مخصوص (gr/cm^2)	سطح مخصوص (gr/cm^2)	گیرش اولیه (min)	گیرش نهایی (min)	انقباض اتوکلاو (%)
هگمتان	۳/۱۵	۲۹۱۰	۱۵۰	۲۰۵	۰/۰۷

جدول ۴- مشخصات شیمیایی سیمان مصرفی

درصد	ترکیب	درصد	ترکیب	درصد	ترکیب
۲۱/۳۲	SiO ₂	۱/۴۸	MgO	۲/۳۲	SO ₃
۴/۸۱	Al ₂ O ₃	۰/۶۹	K ₂ O	-	TiO ₂
۳/۸۳	Fe ₂ O ₃	۰/۴۷	Na ₂ O	۲/۰۴	L.O.I
۶۲/۸۵	CaO				

۲-۳- نانوسیلیس

در این تحقیق نانو مواد از جنس نانو سیلیس از نوع آمورف بوده است که مشخصات آن در جدول (۵) آمده است. (شکل ۲)

جدول ۵- مشخصات نانوسیلیس مصرفی

چگالی واقعی	چگالی توده	رنگ	SSA	APS	درصد خلوص
۲/۴	<۱۰	سفید	۱۸۰-۶۰۰	۲۰-۳۰	نانوذرات +۹۹٪

۲-۴- الیاف پلیمری

الیاف مورد استفاده در این پروژه از نوع پلی پروپیلن، الیافی با طول‌های ۶، ۱۲ و ۱۸ میلیمتر بوده و از انواع مواد خام بازیافتی صنعتی است و در جدول (۸) مشخصات الیاف مورد استفاده نیز آورده شده است. (شکل ۳)

جدول ۶- ویژگی‌های الیاف پلی پروپیلن

مدول کششی	کرنش شکست	مقاومت کششی	نقطه ذوب	طول	سطح مقطع	وزن مخصوص	خصوصیات
ASTM D-638	ASTM D-638	-	-	-	-	ASTM D-792	استاندارد
۷/۱۰	۱۱۲/۵۰	۵۳/۰۲	۱۶۳	۱۸ و ۱۲، ۶	دایره	۰/۹۱	مقدار



شکل ۳- الیاف پلی پروپیلن



شکل ۲- نانو سیلیکا (نانو سیلیس)

۲-۵- پودر سنگ

در این پژوهش بدلیل میزان عیار سیمان مصرفی به جهت بهبود لزجت و همچنین بهبود خواص رئولوژیکی بتن، افزایش میزان پودر مخلوط و کاهش مدول نرمی ماسه، از پودر سنگ آهک بعنوان پر کننده یا فیلر استفاده شده است. پتدر سنگ آهک مصرفی محصول کارخانه قم می‌باشد.

۲-۶- آب و فوق روان کننده

آب مصرفی در بتن را می‌توان از آب باران، آب چاه، آب برکه و آب رودخانه (در صورتی که از پساب شیمیایی کارخانجات آلوده نباشد) استفاده نمود. بطور کلی آبی که برای نوشیدن مناسب باشد برای بتن نیز مناسب است. آب به سه صورت در بتن کاربرد دارد:

- آب مصرفی برای شستشوی سنگدانه
- آب بعنوان یکی از اجزای تشکیل دهنده بتن در هنگام ساخت
- آب مصرفی برای عمل آوری بتن

کیفیت آب از آن جهت حائز اهمیت است که ناخالصی‌های موجود در آن ممکن است در گیرش سیمان تاثیرگذار باشد و اختلالاتی را در واکنش هیدراسیون بوجود آورد. همچنین امروزه فوق روان کننده‌ها بعنوان افزودنی در بتن بمنظور رسیدن به روانی بیشتر و بهتر بصورت گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرند. فوق روان کننده مصرفی در این پژوهش بر پایه پلی کربوکسیلات اتر با نام تجاری FARCO PLAST PION محصول شرکت شیمی ساختمان استفاده شده است. مشخصات فوق روان کننده در جدول (۹) آورده شده است.

جدول ۷- مشخصات فوق روان کننده مصرفی

مشخصات فنی	
ترکیب شیمیایی	کوپلیمرهای اصلاح شده پلی کربوکسیلیک اسید
طبیعت یونی	آنیونی
رنگ	سبز تیره
حالت فیزیکی	مایع
وزن مخصوص (Kg/Lit)	(در دمای ۲۰ درجه) 1.1 ± 1.12
کلراید (ppm)	Max ۵۰۰

۳- طرح و روند اختلاط در مخلوط‌های بتنی



شکل ۴- بتونیر مورد استفاده در تحقیق

برای ساخت مخلوط‌های بتنی خود تراکم و پر مقاومت در محیط آزمایشگاه از بتونیر با ظرفیت تولید ۲۶ لیتر بتن استفاده شده است. یک روز قبل از ساخت نمونه‌های بتنی، شن مورد استفاده به وسیله آب جهت رفع خاک رس موجود در آن شسته شده و در دمای محیط آزمایشگاه قرار میگیرد. مراحل تهیه بتن به این صورت بود که در ابتدا سیمان و سنگدانه به مدت ۶۰ ثانیه مخلوط شده و پس از آن آب، فوق روان کننده، فیلر و نانو سیلیس به مخلوط اضافه شده و به مدت ۴ دقیقه با هم مخلوط شده است. اضافه کردن الیاف به مخلوط بتنی به صورت تصادفی و دستی و در زمان تقریباً یکنواخت بود.

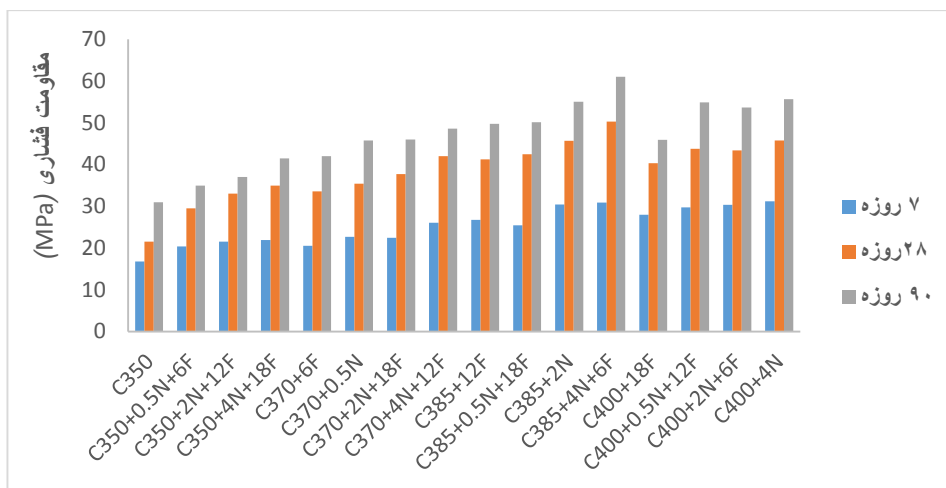
جدول ۸- طرح های اختلاط پیشنهادی برای بتن خود تراکم

ردیف	نام طرح	سیمان	نانوسیلیکا		الیاف (۰,۱ درصد حجمی)		آب		مقاومت کشش	نسبت مقاومت کشش	نسبت مقاومت کشش	نسبت مقاومت کشش	نسبت مقاومت کشش
			درصد وزنی	مقدار وزنی	طول	مقدار وزنی	$\frac{W}{C}$	مقدار وزنی					
۱	C350	۳۵۰	۰	۰	۰	۰	۰,۳۶	۱۲۶	۲۹۰	۷۰,۵	۸۵,۵	۱	
۲	C370+0.5N+ 6F	۳۵۰	۰,۵	۱,۷۵	۶	۰,۹	۰,۳۶	۱۲۶	۲۹۰	۷۰,۵	۸۵,۵	۱,۵	
۳	C385+2N+ 12F	۳۵۰	۲	۷۰	۱۲	۰,۹	۰,۳۶	۱۲۶	۲۹۰	۷۰,۵	۸۵,۵	۱,۶	
۴	C400+4N+ 18F	۳۵۰	۴	۱۴	۱۸	۰,۹	۰,۳۶	۱۲۶	۲۹۰	۷۰,۵	۸۵,۵	۱,۸	
۵	C370+ 6F	۳۷۰	۰	۰	۶	۰,۹	۰,۳۶	۱۳۳,۲	۲۸۵	۶۹۰	۸۵,۵	۱,۱۵	
۶	C370+0.5N	۳۷۰	۰,۵	۱,۸۵	۰	۰	۰,۳۶	۱۳۳,۲	۲۸۵	۶۹۰	۸۵,۵	۱,۳	
۷	C370+2N+ 18F	۳۷۰	۲	۷,۴	۱۸	۰,۹	۰,۳۶	۱۳۳,۲	۲۸۵	۶۹۰	۸۵,۵	۱,۲	
۸	C370+4N+ 12F	۳۷۰	۴	۱۴,۸	۱۲	۰,۹	۰,۳۶	۱۳۳,۲	۲۸۵	۶۹۰	۸۵,۵	۱,۳	
۹	C385+12F	۳۸۵	۰	۰	۱۲	۰,۹	۰,۳۶	۱۳۸,۶	۲۸۰	۶۸۰	۸۴۰	۱,۳	
۱۰	C385+0.5N+ 18F	۳۸۵	۰,۵	۱,۹۲	۱۸	۰,۹	۰,۳۶	۱۳۸,۶	۲۸۰	۶۸۰	۸۴۰	۰,۹	
۱۱	C385+2N	۳۸۵	۲	۷,۷	۰	۰	۰,۳۶	۱۳۸,۶	۲۸۰	۶۸۰	۸۴۰	۰,۸	
۱۲	C385+4N+ 6F	۳۸۵	۴	۱۵,۴	۶	۰,۹	۰,۳۶	۱۳۸,۶	۲۸۰	۶۸۰	۸۴۰	۱	
۱۳	C400+18F	۴۰۰	۰	۰	۱۸	۰,۹	۰,۳۶	۱۴۴	۲۷۵	۶۷۰	۸۲,۵	۱,۱	
۱۴	C400+0.5N+12F	۴۰۰	۰,۵	۲	۱۲	۰,۹	۰,۳۶	۱۴۴	۲۷۵	۶۷۰	۸۲,۵	۰,۸	
۱۵	C400+2N+6F	۴۰۰	۲	۸	۶	۰,۹	۰,۳۶	۱۴۴	۲۷۵	۶۷۰	۸۲,۵	۰,۹	
۱۶	C400+4N	۴۰۰	۴	۱۶	۰	۰	۰,۳۶	۱۴۴	۲۷۵	۶۷۰	۸۲,۵	۱	

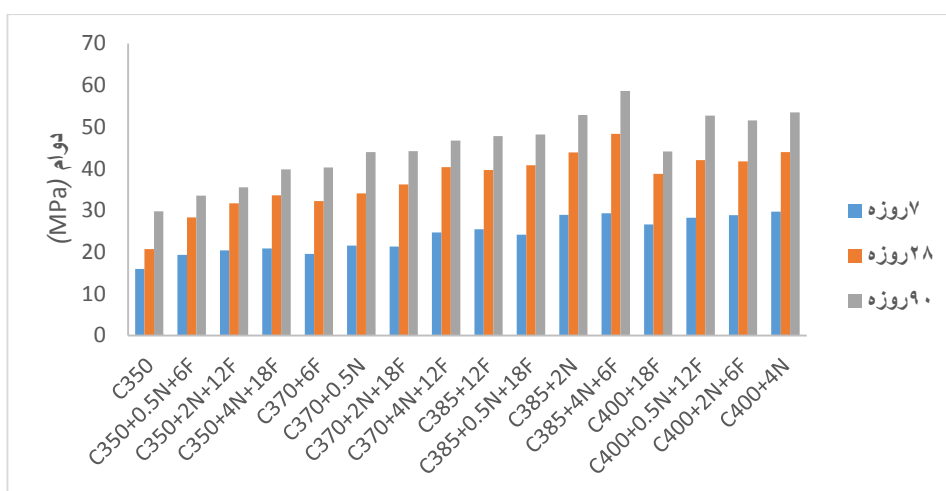
۴- تحلیل و بررسی در روند آزمایشگاهی

با توجه به شکل (۵) مشاهده می‌گردد نمونه‌های دارای سن عمل‌آوری ۹۰ روزه با بالاترین میزان شاخصه مقاومتی به نسبت نمونه‌های ۷ و ۲۸ روزه می‌باشند. بالاترین مقدار مقاومت فشاری در این سن که بالاترین عملکرد را در سنین مورد ارزیابی دارد مربوط به نمونه‌ی دارای ۴ درصد استفاده از نانو مواد و الیافی با طول ۶ میلیمتر است. مشاهده می‌گردد در نمونه‌های بتنی دارای الیاف با طول ۱۲ و ۱۸ میلیمتر مقدار شاخصه مقاومتی کاهش یافته است و این استدلال بدلیل ایجاد تخلخل ایجاد شده توسط جسم خارج از ماتریس مخلوط است که چفت و بست بین سنگدانه را مقداری کاهش داده است و این امر سبب کاهش مقاومت در طرح‌های مربوطه شده است.

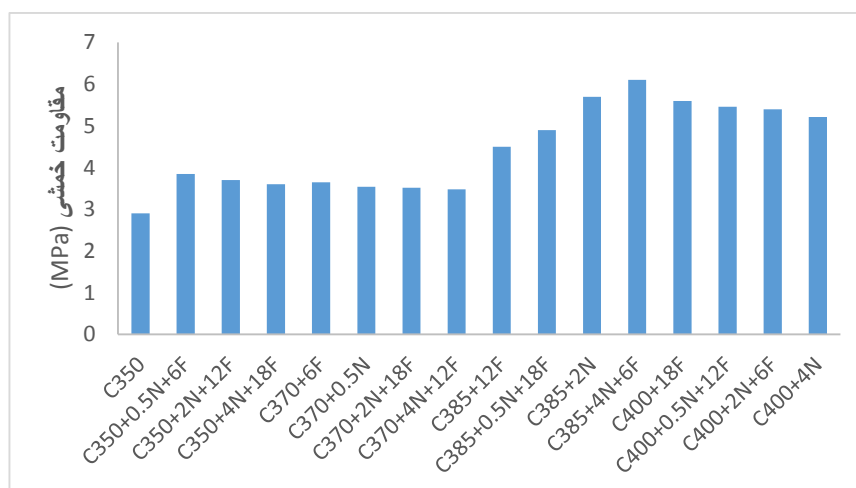
در مشاهده شکل (۶) هم می‌توان نتایج مربوط به آزمایش مقاومت فشاری را مطابق با شکل (۵) استدلال نمود اما بدلیل وجود این مخلوط‌ها در برابر محلول خورنده کلسیم کلرید، شاخصه مقامتی به نسبت مقاومت فشاری کاهش ۴ درصدی داشته است.



شکل ۵- آزمایش مقاومت فشاری مخلوط‌های بتنی خود تراکم در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه



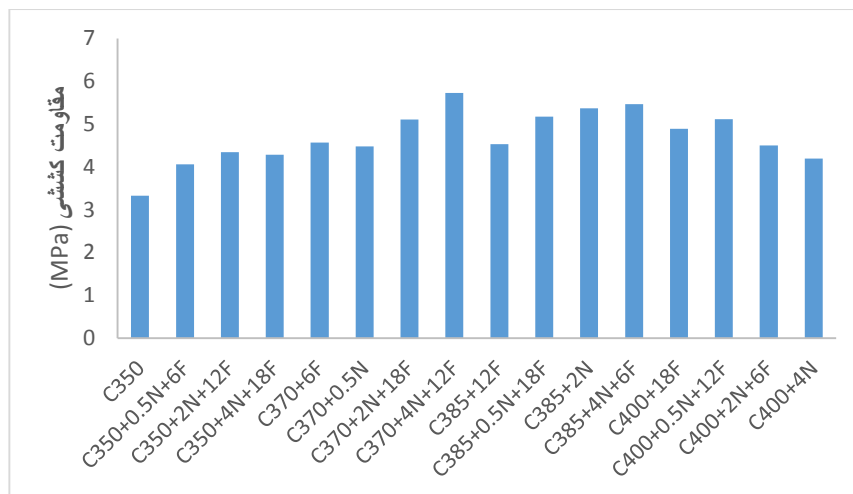
شکل ۶- آزمایش دوام مخلوط‌های بتنی خود تراکم در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه



شکل ۷- آزمایش مقاومت خمشی مخلوط‌های بتنی خود تراکم ۲۸ روزه

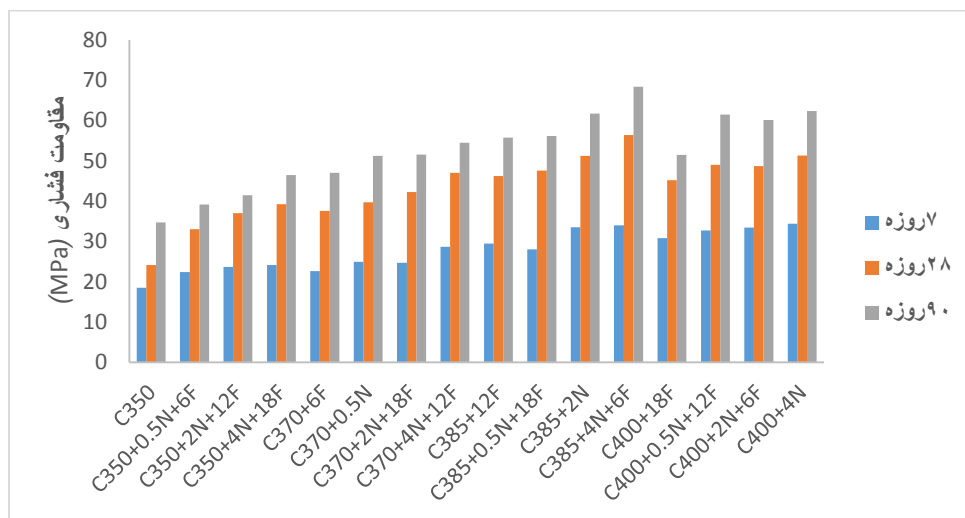
با توجه به شکل (۷) که خروجی‌های مربوط به آزمایش مقاومت خمشی ۳ نقطه‌ای می‌باشد نیز نمونه‌ی دارای الیاف مصنوعی (پلیمری) پلی پروپیلن با طول ۶ میلیمتر نیز حداکثر مقاومت خمشی را دارا است و نانو متریال مربوط به این مخلوط دارای

۴ درصد وزنی می‌باشد و این بدان معناست که الیاف در حال عملکرد مثبت در ماتریس بتن می‌باشد و حداکثر مقاومت خمشی را در این مخلوط‌ها در ارزیابی مقاومت خمشی به میزان ۶/۱ مگاپاسکال رسانده است.



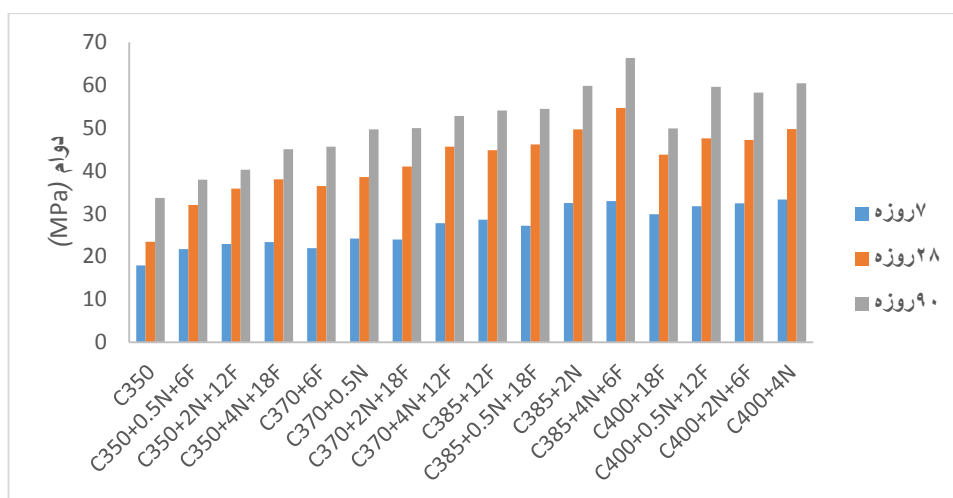
شکل ۸- آزمایش مقاومت کششی مخلوط‌های بتنی خود تراکم ۲۸ روزه

در آزمایش مقاومت کششی مطابق با شکل (۸) بدلیل داشتن مقاومت کششی بالای الیاف پلیمری پلی پروپیلن مشاهده می‌گردد که در مخلوط‌های ۲۸ روزه بتن خود تراکم و نمونه‌ای دارای ۱۲ میلی‌متر از الیاف دارای حداکثر مقاومت کششی می‌باشد و این نتیجه تنها بدلیل وجود الیاف می‌باشد. در طرح مربوط به حداکثر مقاومت کششی میزان نانو مواد ۴ درصد می‌باشد.

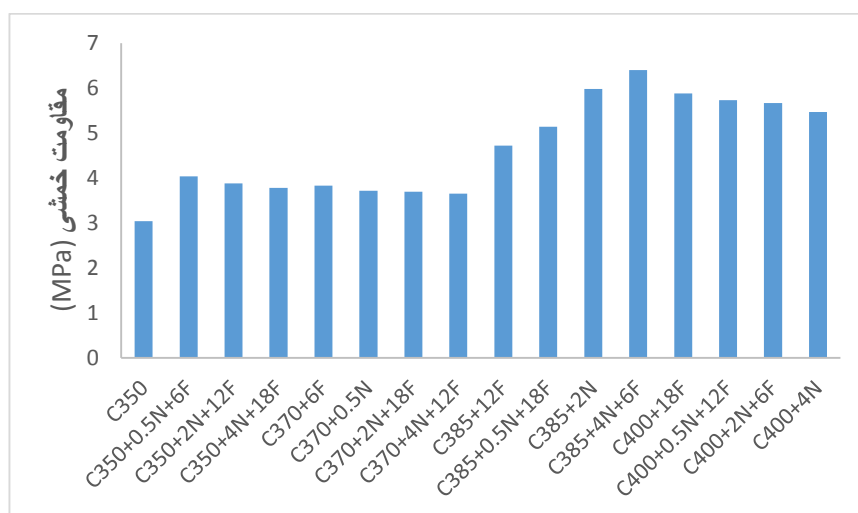


شکل ۹- آزمایش مقاومت فشاری مخلوط‌های بتنی پر مقاومت در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه

با مشاهده اشکال (۹) و (۱۰) نتایج مطابق با اشکال (۵) و (۶) حاصل می‌گردد. در بتن پر مقاومت بدلیل داشتن دانه‌بندی درشت به نسبت دانه بندی با سائز کمتر بتن خودتراکم می‌توان اینگونه استدلال کرد که سنگدانه بدلیل داشتن سهم بالای وجود در ماتریس بتن قطب تعیین مقاومت خواهد بود. مشاهده می‌گردد که در مقاومت فشاری بتن پر مقاومت به نسبت بتن خودتراکم رشد ۱۲ درصدی حاصل شده است.

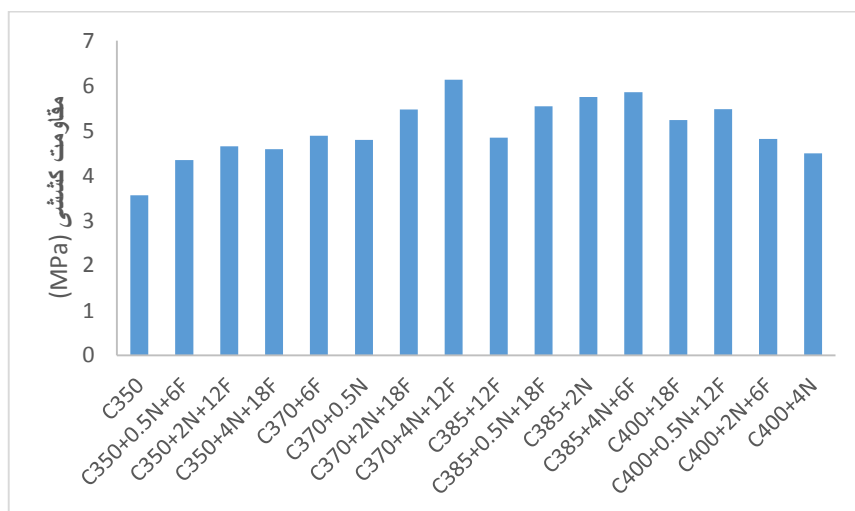


شکل ۱۰- آزمایش دوام مخلوط‌های بتنی پر مقاومت در سنین ۷، ۲۸ و ۹۰ روزه



شکل ۱۱- آزمایش مقاومت خمشی مخلوط‌های بتنی پر مقاومت ۲۸ روزه

باتوجه به خروجی‌های حاصل از آزمایش مقاومت خمشی مخلوط‌های بتنی پر مقاومت در سن عمل‌آوری ۲۸ روزه مشاهده می‌گردد نمونه‌های دارای ۴ درصد نانو متریال و الیاف با طول ۶ میلیمتر دارای بیشترین رشد به نسبت بتن معمولی (نمونه شاهد) بوده‌اند.



شکل ۱۱- آزمایش مقاومت کششی مخلوط‌های بتنی پر مقاومت ۲۸ روزه

در خروجی آزمایشگاهی مخلوط بتنی پر مقاومت با توجه به مشاهده خروجی‌های آزمایشگاهی در مخلوط‌های خود تراکم، مشاهده می‌گردد نمونه‌ی دارای الیاف ۱۲ میلیمتر بدلیل خاصیت کشسانی الیاف بالاترین مقاومت کششی را به خود تحویص داده است.

۵- نتیجه‌گیری

باتوجه به خروجی‌های آزمایشگاهی این تحقیق می‌توان اینگونه استدلال نمود که:

۱. همواره خصوصیات مقاومتی در بتن پر مقاومت به نسبت بتن خود تراکم بالاتر خواهد بود.
۲. استفاده بهینه از نانو مواد (نانو سیلیس) در مخلوط بتنی خود تراکم و پر مقاومت ۴ درصد پیشنهاد شده است.
۳. استفاده بهینه از الیاف در ارزیابی مقاومتی همچون مقاومت فشاری، خمشی و دوام به طول ۶ میلیمتر دارای بهترین عملکرد می‌باشد.
۴. با توجه به خروجی‌های آزمایش کششی می‌توان اینگونه استدلال کرد که بدلیل وجود الیاف با طول زیاد و داشتن خاصیت کشسانی این متریکال مقاومت کششی در مخلوط‌های دارای الیاف با طول بیشتر از طول بهینه (در این تحقیق ۱۲ میلیمتر) بالاترین میزان شاخصه کششی را خواهد داشت.

منابع

۱. محمد کاظم شریزاد و همکاران، (۱۳۹۱)، معرفی کامپوزیت‌های سیمانی با الیاف، نشریه داخلی انجمن بتن ایران، شماره ۴۶ - ص ۵۴.
2. Graybeal, B. "Behavior of ultra-high performance concrete connections between precast bridge deck elements", Ductal Science library, CBC, pp. 1-13 (۲۰۱۰).
3. Graybeal B, Davis M. Cylinder or cube: strength testing of 80-200 MPa (11.6- 29 ksi) ultra high performance fibre-reinforced concrete. ACI Mater J 2008;105(6):603-9.
4. M. Empelmann, M. Teutsch, and G. Steven, (2008) "Improvement of the Post Fracture Behaviour of UHPC by Fibres," in Second International Symposium on Ultra High Performance Concrete, pp, 177-184.
5. ACI Committee 544, (2002) "State- of- the- Art Report on Fiber Reinforced Concrete,
6. Francois oulemonde and Jacques Resplendino, 2012, Book, Designing and Building for UHPFRC, pp, 13-21
7. Ghafari E, Costa H, Jólío E, Portugal A, Dures L. The effect of nanosilica addition on flowability, strength and transport properties of ultra-highperformance concrete. Mater Des 2014;59:1-9.
8. Yu R, Spiesz P, Brouwers HJH. Development of an eco-friendly Ultra-High
9. Performance Concrete (UHPC) with efficient cement and mineral admixtures uses. Cem Concr Compos 2015;55:383-94.
10. J. C. Walraven, " High performance fiber reinforced concrete: progress in knowledge and design codes," Materials and Structures, vol. 42, no. 9, pp. 1247-1260, Oct. 2009.
11. M. Nili and V. Afrouhsabet, " Combined effect of silica fume and steel fibers on the impact resistance and mechanical properties of concrete," International Journal of Impact Engineering, vol. 37, no. 8, pp. 879-886, Aug. 2010.
12. Narenda, h. and muthu, k. u. (2008), "optimization of self compacting concrete designed by taguchi method", materials and design, 191-204.
13. Tanyildizi, h. (2014), " post-fire behavior of structural lightweight concrete designed by taguchi method", construction and building materials, 68, pp. 565-571.
14. Hasan, m. j., afroz, m., and Mahmud, h. m. i., (2011), " an experimental investigation on mechanical behavior of macro synthetic fiber reinforced concrete", international journal of civil and environmental engineering, vol. 11, no. 03.
15. Jozsa z. and fenyvesi, o, (2010), " early age shrinkage cracking of fiber reinforced concrete", concrete structures, vol. 11, pp. 61-66.
16. Ray Fernando, (2009), phd " nano technology and nano materials" 22 june.
17. Roesler, j. r., altoubat, s. a., lange, d. a., rieder, k. a. and ulreich, g. r. (2006), " effect of synthetic fibers on structural behavior of concrete slabs on ground", aci materials journal, vol. 103, no. 1, pp. 3.

18. Mehta et al, (2017), " influence of various parameters on strength and absorption properties of fly ash based geopolymer concrete designed by taguchi method", construction and building materials. 150, 817-825.
19. Olivia, m. and nikraz, k, h.(2012)" properties of fly ash geopolymer concrete designed by taguchi method" , materials and design, 191-198.
20. Goodier, c.i,(2003)," development of self-compacting concrete" , structure and building 156, issue sb4: 405-414.
21. E.i- dieb,m.m.reda taha,(2005), " flow characteristics and acceptance criteria of fiber reainforced self-compacting concrete", building and environment 40,pp.1672-1677
22. E. ozbay et al, (2009), "investigating mix proportion of self compacting concrete by using taguchi method" construction and building materials 23, 694-702.
23. R.b ardalán, n. jamshide, h. arabameri, a.joshaghani, m. mehrinejad, p. sharafi," enhaciing the permeability and abrasion resistance of concrete using colloidal nano-sio₂ oxide and spraying nano-silicon practices" , constr. build. Mater.146(2017) 128-135.

مطالعه آزمایشگاهی اثر سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم برماید در غلظت‌ها و pHهای مختلف بر روی افزایش بازیافت نفت از مخازن نفتی

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۹/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۰/۲۱

کد مقاله: ۱۵۵۹۶

طاهره وریدی مقدم^{۱*}، آرمان وریدی مقدم^۲

چکیده

هدف از انجام پژوهش حاضر اثر سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم برماید در غلظت‌ها و pHهای مختلف بر روی افزایش بازیافت نفت از مخازن نفتی می‌باشد که به صورت آزمایشگاهی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. لذا در پژوهش حاضر با انجام آزمایش‌های تزریق آب، مقدار نفت تولیدی اندازه‌گیری شد و سپس با تزریق محلول سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید با غلظت‌های مختلف (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ mg/L) در pHهای متفاوت ۴ (آب اسیدی)، ۷ (آب خنثی) و ۹ (آب قلیایی) و تخلخل ۳۰ درصد دبی و درصد بازیافت نفت تولیدی در زمان‌های متناظر اندازه‌گیری شد. آزمایش‌های انجام شده نشان داد که تزریق سورفکتانت کاتیونی در شرایط مختلف کشش سطحی بین نفت و سنگ بستر را کاهش داده و باعث جدا شدن نفت از سنگ مخزن شد که برداشت نفت از مخزن را بهبود بخشید. بیشترین درصد بازیافت نفت زمانی بدست می‌آید که غلظت سورفکتانت کاتیونی ۲۰۰ mg/L و pH ۹ (آب قلیایی) می‌باشد. در این شرایط درصد بازیافت نفت ۶۳/۵ درصد بدست آمد.

واژگان کلیدی: سورفکتانت کاتیونی، هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید، بازیافت نفت، مخازن نفتی

۱- گروه مهندسی نفت، واحد خارگ، دانشگاه آزاد اسلامی، خارگ، ایران (مسئول مکاتبات) (aheremoghadam.tm@gmail.com)

۲- گروه مهندسی نفت، واحد عالی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، عالی‌شهر، ایران.

۱- مقدمه

در یک دسته‌بندی کلی می‌توان روش‌های ازدیاد برداشت را به دو دسته روش‌های مبتنی بر تزریق گاز و روش‌های مبتنی بر تزریق آب تقسیم کرد. در روش‌های ازدیاد برداشت که بر پایه آب هستند، آب به عنوان محرک اصلی و یا به عبارتی سیال حامل این روش‌ها به شمار می‌رود (قنبرپور و همکاران، ۱۳۸۵). روش‌های شیمیایی، روش‌های متناوب، روش‌های حرارتی، روش‌های میکروبی و ... همگی از آب به عنوان سیال حامل استفاده می‌کنند (محمودان و خراط، ۱۳۸۵). در تزریق آب به مخازن هیدروکربنی با اهداف گوناگون، نکات مختلفی وجود دارد که باید مورد توجه قرار گیرند (Jamaloei., 2009). آنالیز آب در علم مهندسی نفت، تنها انجام دادن آزمایش‌ها برای یک منبع مشخص آب نیست، بلکه هدف نهایی، آماده‌سازی یک منبع آب کاندید به صورت مرحله به مرحله، که در نهایت بهترین کیفیت ممکن برای آب تزریقی مهیا شود (Wangetal., 2010). احمدی و همکاران در سال ۱۳۹۵، مطالعه آزمایشگاهی تزریق آب هوشمند و برگ سدر به عنوان سورفکتانت طبیعی به منظور ازدیاد برداشت نفت از مخازن کربناته را مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که افزایش غلظت یون‌های Ca^{+2} و Mg^{+2} از ۰/۰۱ تا ۱ مولار، SO_4^{-2} از ۰/۰۰۷ تا ۱ مولار در آب هوشمند و مقدار سورفکتانت حاصل از برگ سدر از ۳۵٪ به ۵۷٪ افزایش می‌یابد (احمدی و همکاران، ۱۳۹۵).

ایگلر^۱ و همکاران در سال ۲۰۱۰، عملکرد چهار نوع سورفکتانت مختلف شامل دی-تری‌دسیل سولفوساکسینیک اسیداستر^۲، نارگیل دی‌اتانول‌آمید^۳ و نمک آلکیل پروپوکسی‌سولفات^۴ و آلکیل‌پلی‌گلوکز^۵ را بر میزان برداشت نفت از مخزن مقایسه کردند. بر اساس داده‌های بدست آمده از انجام آزمایشات، بیشترین و کمترین میزان برداشت به ترتیب مربوط به استفاده از نارگیل دی‌اتانول-آمید (۷۵٪) و دی-تری‌دسیل سولفوساکسینیک اسیداستر (۱۵٪) می‌باشد (Emegwalu., 2010). مغزی و همکاران در سال ۲۰۱۴ اثر نانو ذرات سیلیکا بر روی کارایی محلول پلیمر پلی آکریل آمید و نمک در فرآیند سیلاب‌زنی برای بازیافت نفت سنگین مورد آزمایش قرار دادند. سیلاب‌زنی بر روی یک میکرو مدل شیشه‌ای اشباع از نفت و با شوری‌های مختلفی از محلول پلیمر بدست آمده، انجام شد. همچنین هر آزمایش مجدداً با همان میزان شوری ولی با حضور نانو ذرات سیلیکا تکرار گردید. آزمایشات نشان دادند که با افزایش میزان شوری محلول پلیمر، بازیابی نفت کاهش خواهد یافت. اما حضور نانو ذرات سیلیکا در هر آزمایش می‌تواند افت بازیابی را کمتر نماید. همچنین ویسکوزیته محلول پلیمر با یک غلظت از نمک، کمتر از ویسکوزیته همین محلول پلیمر در حضور نانو ذرات سیلیکا می‌باشد (Maghzi et al., 2014). هدف از انجام این پژوهش مطالعه آزمایشگاهی اثر سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم برامید در غلظت‌ها و pH‌های مختلف بر روی افزایش بازیافت نفت از مخازن نفتی می‌باشد که بصورت آزمایشگاهی مورد مطالعه و بررسی قرار می‌گیرد.

۲- روش تحقیق

۲-۱- مواد و تجهیزات مورد استفاده در این پژوهش

(۱) نفت خام: از نفت خام میدان نفتی بی‌بی حکیمه برای استفاده در این آزمایش‌ها، نمونه‌گیری به عمل آمد. اطلاعات فیزیکی و شیمیایی آن از شرکت ملی مناطق نفت‌خیز جنوب بدست آمد. در جدول‌های (۱) و (۲) به ترتیب ویژگی‌های نفت مصرفی و درصد اجزاء نفت خام ذکر شده است.

جدول (۱): ویژگی‌های نفت مورد استفاده در آزمایش‌ها.

دانسیته نفت (API)	گرانروی نفت (cp)	دمای مخزن (°F)	فشار مخزن (psi)
۲۶/۸	۲۲/۳	۲۳۵	۶۳۳۴

جدول (۲): درصد اجزاء نفت خام.

ترکیبات	C _۱	C _۲	C _۳	iC _۴	nC _۴	iC _۵	nC _۵	C _۶	C _{۷+}	H _۲ S	CO
درصد مولی	۱۸/۷	۴/۱۳	۴/۳۷	۱/۰۶	۲/۴۵	۲/۶۹۸	۳/۵۳	۵/۱۹	۴۹/۵۱	۴/۰۱۸	۴/۳۴۴

1- Iglaue

2- di-tridecyl sulfosuccinic acid ester

3- coconut diethanolamide

4- alkylpropoxy sulfate sodium salts

5- alkyl polyglucosides (APG)

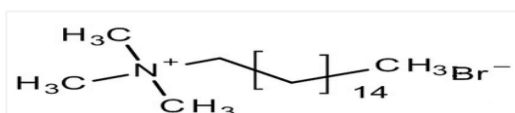
6- Salinity

(۲) آب دریا: از آب خلیج فارس (بندر گناوه) به عنوان حلال سورفکتانت‌ها و پلیمر و انجام فرآیند سیلاب‌زنی استفاده شد.

(۳) سورفکتانت: در این پژوهش برای تهیه محلول تزریقی به مخزن نفتی از سورفکتانت کاتیونی سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید ($C_{19}H_{42}BrN$) ساخت شرکت مرک^۱ آلمان استفاده گردیده است. برخی از مشخصات فیزیکی سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید در جدول (۳) و ساختار شیمیایی آن در شکل (۱) آورده شده است.

جدول (۳): برخی از ویژگی‌های سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید

شکل ظاهری	جامد
فرمول ملکولی	$C_{19}H_{42}BrN$
رنگ	سفید
جرم ملکولی (gr/mol)	۳۶۴/۴۶
دانسیته (gr/cc) در ۲۵ درجه سانتی‌گراد	$1/20 \pm 0/02$
ماهیت یونی	کاتیونی



شکل (۱): ساختار شیمیایی سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید

(۴) pH متر: برای تنظیم pH محلول تزریقی (سورفکتانت کاتیونی) از دستگاه pH متر مدل PH-7110 ساخت شرکت آلمانی WTW استفاده شده است. قبل از استفاده از pH متر باید توسط محلول‌های استاندارد، کالیبره گردد. برای تنظیم pH محلول‌های تزریقی سورفکتانت کاتیونی از دو محلول بازی و اسیدی، هیدروکسید سدیم (NaOH) و اسید هیدروکلریک (HCL) استفاده گردید. نمایی از دستگاه pH متر بکار رفته در این پژوهش در شکل (۲) آورده شده است.

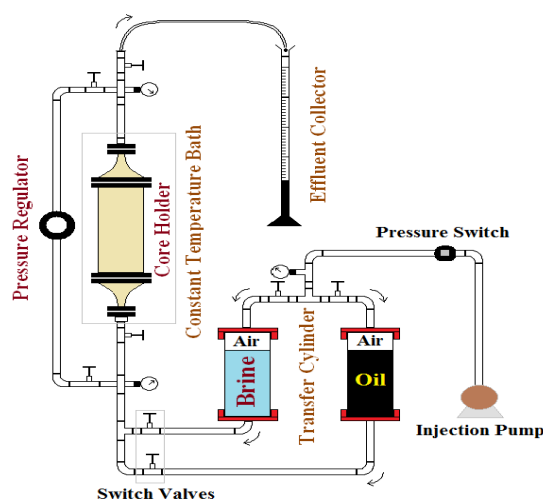


شکل (۲): نمایی از دستگاه pH متر بکار رفته در این پژوهش

(۵) دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس: برای اندازه‌گیری زاویه تماس از این دستگاه (شکل (۳)) استفاده می‌شود. ساخت شرکت KRUSS آلمان و مدل آن DSA 100 می‌باشد. این دستگاه توانایی اندازه‌گیری زاویه تماس بین یک سیال و نمونه جامد (سنگ) را در شرایط مخزن امکان پذیر می‌سازد. محفظه‌ی ساخته شده از استینلس استیل ۳۱۶ این دستگاه اجازه‌ی کار با سیالات هیدروکربنی، حلال و آب را فراهم می‌سازد. جهت اندازه‌گیری زاویه تماس قرص‌هایی به ضخامت ۲mm از دانه‌های سیلیس تهیه و سطح آن‌ها کاملاً صیقلی و همگن می‌شود. سپس نمونه‌ها با آب مقطر شسته شده و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک می‌گردند. نمونه‌ها در محلول تولوئن به مدت ۲ روز برای حذف ناخالصی‌ها و اسیدهای چرب حاصل از تماس دست قرار داده شدند. پس از آن نمونه‌ها با آب مقطر شسته شده و خشک می‌گردند. پس از خیساندن در آب مقطر به مدت ۵ دقیقه در نفت مدل در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ هفته قرار داده شدند. در این مرحله ترشوندگی آن با نفت با آزمایش زاویه تماس با قرار دادن قطره هپتان بررسی شده است.



شکل (۳): نمایی از دستگاه اندازه‌گیری زاویه تماس بکار رفته در آزمایش



شکل (۴): دستگاه برای فرآیند سیلاب‌زنی آبی

۲-۲- بررسی فرآیند تزریق سورفکتانت

بر فرآیند سیلاب‌زنی

به منظور انجام آزمایش‌های مورد نظر در فرآیند برداشت نفت از مخازن، دستگاهی طراحی و ساخته شد که در شکل (۴) نشان داده شده است.

۳-۲- انجام آزمایش تزریق آب و

سورفکتانت

پس از نصب تمام اتصالات و تجهیزات مورد استفاده در این آزمایش و انباشتن core-holder با دانه‌های سیلیس و اشباع سازی محیط متخلخل با نفت، فشار core-holder را با استفاده از کمپرسور به ۱۵ bar رسانده شد.

زمانی که فشار core-holder به ۱۵bar رسید، فرآیند تزریق آب شروع شده که برای این کار در ابتدا مخزن آب به فشار ۱۵bar رسانده شد تا فشار داخل core-holder و مخزن آب یکسان باشد تا جابجایی در اثر اختلاف فشار اتفاق نیفتد. در این زمان شیر ورودی core-holder باز شده تا ارتباط بین دو مخزن برقرار شود. به منظور نگه داشتن اختلاف فشار مناسب از شیر خروجی core-holder استفاده شد که پس از تنظیم، به مرور زمان آب به آرامی از فضای خالی بین دانه‌های سیلیس حرکت کرده و با جاروب کردن نفت موجود در فضاهای خالی، نفت به آرامی از core-holder خارج می‌شود. حجم نفت خارج شده از core-holder را با استفاده از بورتی که زیر شیر خروجی core-holder قرار گرفته بود، اندازه گیری شد و زمان متناسب با آن یادداشت گردید. پس از خارج شدن اولین قطرات آب شیر ورودی و ایجاد پدیده رسوخ ۲ آزمایش پایان یافته و شیر خروجی core-holder بسته می‌شود. برای تزریق سورفکتانت همه مراحل فوق انجام می‌شود.

۴-۲- روش اندازه‌گیری و محاسبه میزان بازیافت نفت

برای انجام آزمایش‌های ازدیاد برداشت نفت، مقدار حجم نفت برداشت شده از آزمایش‌ها در زمان‌های متفاوت ثبت گردید و منحنی‌های درصد بازیافت نفت برای تزریق آب و محلول سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برامید در ادامه آورده شده است. در این پژوهش برای بدست آوردن درصد بازیافت نفت از رابطه (۱) استفاده می‌کنیم.

$$\% \text{Oil Recovery} = \frac{\text{حجم نفت برداشت شده (cc)}}{\text{حجم کل مخزن} \times \% \varepsilon} \times 100 \quad (1)$$

که در این پژوهش حجم کل مخزن ۱۲۹۹/۰۵۶ سی سی و تخلخل ۳۰ درصد می‌باشد.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نتایج مربوط به اندازه‌گیری زاویه تماس

نتایج مربوط به اندازه‌گیری زاویه تماس آب و محلول سورفکتانت کاتیونی در جدول (۴) آورده شده است. همانطوری که مشاهده می‌شود که با افزایش pH و غلظت سورفکتانت کاتیونی زاویه تماس کاهش می‌یابد. علاوه بر مواد سنگین موجود در نفت خام، عامل جنس سطوح معدنی نیز در ترشوندگی یک مخزن از اهمیت بالایی برخوردار است. با تغییر بار الکتریکی سطح سنگ‌ها و قرار دادن آن‌ها در معرض نفت خام فرآیند جذب مواد نفتی بر روی سطح سنگ از دیدگاه الکتروستاتیکی مورد بررسی قرار گرفته است. تغییر بار الکتریکی سنگ با خیساندن تیغه‌ها در آب و محلول سورفکتانت کاتیونی با pHهای ۴ (آب اسیدی)، ۷ (آب خنثی) و ۹ (آب قلیایی) قبل از عملیات تغییر ترشوندگی در نفت انجام شده است. اندازه‌گیری زاویه تماس سیستم نرمال هگزان و آب مقطر بر روی سطوح ترشده در نفت خام نشان می‌دهد که با افزایش pH آب نمک از تمایل پخش‌شدگی فاز نفتی بر روی سطح سنگ

1. Displacing
2. Breakthrough

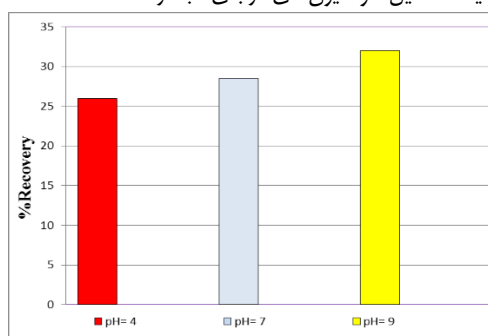
کاسته شده است. در pH برابر با ۴ (آب اسیدی که بار سطح کربناته مثبت بوده مواد نفتی بیشتری جذب سطح شده که عدد میانگین ۱۴۹ برای زاویه تماس حاکی از نفت دوست شدن سیستم می باشد. در pH برابر با ۷ (آب خنثی)، زاویه تماس ۱۲۱ درجه بیانگر ترشوندگی خنثی متمایل به نفت- تری و در pH برابر با ۹ (آب قلیایی) که بار سطح منفی است، زاویه تماس ۱۰۶ درجه نشان دهنده ترشوندگی متمایل به آب دوست بوده است. زاویه تماس برای سایر محلول های سورفکتانت کاتیونی در آزمایش های مشابه نیز دارای روندی مشابه با آزمایش های شرح داده شده می باشد. بنابراین می توان نتیجه گرفت که در بین مواد سنگین موجود در نفت خام استفاده شده مواد اسیدی آن که دارای بار منفی بوده تمایل بیشتری به جذب بر روی سطح کربناته و تغییر ترشوندگی آن داشته اند مکانیزم های دیگری از جمله برهمکنش های قطبی، رسوب سطحی آسفالتین و پیوندهای یونی وجود داشته که در کنترل ترشوندگی اولیه سنگ مخزن مؤثر بوده و نهایتاً سبب تغییر ترشوندگی تمام نمونه ها به نفت- تری شده اند. کمترین و بیشترین مقدار زاویه تماس به ترتیب مربوط به سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید با غلظت ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر در pH برابر با ۹ (آب قلیایی) با مقدار ۴۱/۲ درجه و آب خالص در pH برابر با ۴ (آب اسیدی) با مقدار ۱۴۹ درجه بدست آمد.

جدول (۴): نتایج مربوط به اندازه گیری زاویه تماس آب و محلول سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید

آزمایش	غلظت سورفکتانت کاتیونی (mg/L)	pH	زاویه تماس (درجه)
آب	۰	۴ (آب اسیدی)	۱۴۹
	۰	۷ (آب خنثی)	۱۲۱
	۰	۹ (آب قلیایی)	۱۰۶
۱	۵۰	۴ (آب اسیدی)	۹۶/۵
۲	۵۰	۷ (آب خنثی)	۸۷
۳	۵۰	۹ (آب قلیایی)	۷۲/۶
۴	۱۰۰	۴ (آب اسیدی)	۸۴
۵	۱۰۰	۷ (آب خنثی)	۷۰/۳
۶	۱۰۰	۹ (آب قلیایی)	۵۳/۸
۷	۲۰۰	۴ (آب اسیدی)	۶۷
۸	۲۰۰	۷ (آب خنثی)	۵۱/۴
۹	۲۰۰	۹ (آب قلیایی)	۴۱/۲

۳-۲- تأثیر محلول تزریقی به مخزن در غلظت ها و pH ها مختلف

شکل (۵) درصد بازیافت نفت برای تزریق آب در pH های مختلف به مخزن نفتی با تخلخل ۳۰ درصد را نشان می دهد. در ابتدا یک سناریوی سیلابی با تزریق آب به صورت یک مطالعه پایه جهت مقایسه عملکرد سیلابی با سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم برماید به مخزن نفتی انجام گردید. همانطور که مشاهده می شود با تزریق آب در شرایط عملیاتی آزمایش با افزایش pH درصد بازیافت نفت افزایش می یابد. چون محلول تزریقی در محیط قلیایی قرار دارد و با توجه به واکنش بین اسیدهای آلی و مواد قلیایی، در صورتی که سدیم هیدروکسید محلول در آب با نفت در تماس قرار گیرد، با اسیدهای آلی موجود در نفت واکنش می دهد و تشکیل سورفکتانت درجا می دهد. حاصل این فرآیند، تشکیل امولسیون های درجای آب در نفت است.

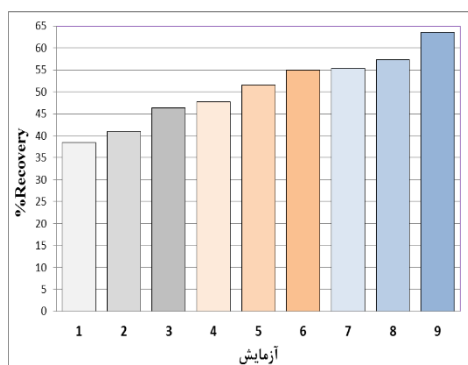


شکل (۵): درصد بازیافت نفت برای تزریق آب در

عاملی که سبب تولید امولسیون گردیده است، نفوذ مولکول های سدیم هیدروکسید و به طور ویژه یون هیدروکسید به فاز نفتی است که این فرآیند در شرایطی که خاصیت اسیدی نفت به حد کافی بالا باشد، می تواند سبب تولید سورفکتانت درجا شود. در نتیجه کاهش کشش بین سطحی آب و نفت حاصل می گردد که باعث آب دوست شدن مخزن می گردد. بیشترین و کمترین مقدار درصد بازیافت نفت برای تزریق آب به ترتیب در شرایط pH برابر با ۹ (آب قلیایی) با مقدار ۳۲ درصد و شرایط pH برابر با ۴

(آب اسیدی) با مقدار ۲۳/۵ درصد بدست آمد.

شکل (۶) درصد بازیافت نفت برای تزریق سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بر مایند در غلظت‌ها و pHهای مختلف به مخزن آزمایش‌های (۹ تا ۱) را نشان می‌دهد. با انجام آزمایش‌های متفاوت (آزمایش‌های شماره ۱ تا ۹ با توجه به جدول (۴)) با افزایش pH محلول تزریقی از ۴ (آب اسیدی) به ۹ (آب قلیایی) درصد بازیافت نفت روند افزایشی دارد چون محلول تزریقی در محیط قلیایی قرار دارد و با توجه به واکنش بین اسیدهای آلی و مواد قلیایی، در صورتی که سدیم هیدروکسید محلول در آب با نفت در تماس قرار گیرد، با اسیدهای آلی موجود در نفت واکنش می‌دهد و تشکیل سورفکتانت درجا می‌دهد. حاصل این فرآیند، تشکیل امولسیون‌های درجا آب در نفت است. عاملی که سبب تولید امولسیون گردیده است، نفوذ مولکول‌های سدیم هیدروکسید و به طور ویژه یون هیدروکسید به فاز نفتی است که این فرآیند در شرایطی که خاصیت اسیدی نفت به حد کافی بالا باشد، می‌تواند سبب تولید سورفکتانت درجا شود. در نتیجه کاهش کشش بین سطحی آب و نفت حاصل می‌گردد که باعث آب‌دوست شدن مخزن می‌گردد. با افزایش غلظت سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بر مایند در pHهای مختلف درصد بازیافت نفت افزایش می‌یابد چون با بکاربردن سورفکتانت کاتیونی روشی برای غلبه بر به تله افتادن نفت باقی مانده به کمک کاهش کشش بین سطحی آب و نفت است.



شکل (۶): درصد بازیافت نفت برای تزریق سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بر مایند در غلظت‌ها و pHهای مختلف به مخزن نفتی با ۳۰ درصد، آزمایش‌های (۹ تا ۱)

کاهش کشش بین سطحی آب-نفت باعث کاهش فشار موئینه می‌شود و بنابراین اجازه می‌دهد که قطره نفت از میان حفرات کوچک و گلوگاه‌های محیط متخلخل نیز عبور نماید. به صورت تئوری، اشباع نفت باقی مانده می‌تواند حتی تا مقدار صفر هم کاهش یابد و منجر به بازیافت ۱۰۰ درصد نفت باقی مانده شود. در این آزمایش‌ها حداکثر میزان برداشت نفت برای محلول تزریقی در شرایط آزمایش شماره ۹ (غلظت سورفکتانت ۲۰۰ mg/L، pH برابر با ۹ (آب قلیایی) و درصد تخلخل ۳۰٪) با ۱۵۸/۸ cc و زمان پایان آزمایش و درصد بازیافت نفت ۶۳/۵ درصد حاصل گردید که نسبت به تزریق آب در شرایط مذکور ۹۸/۴۳ درصد افزایش درصد بازیافت نفت را داریم.

۴- نتیجه‌گیری

معمولاً ۳۰ درصد از نفت موجود در مخازن به‌طور طبیعی از مخزن برداشت می‌شود و ۷۰ درصد باقیمانده در مخازن نیازمند به‌کارگیری روش‌هایی موسوم به روش‌های ازدیاد برداشت است. در این پژوهش تأثیر سیلابزنی با سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بر مایند در غلظت‌ها و pHهای مختلف بر روی افزایش بازیافت نفت از مخازن بطور آزمایشگاهی مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و نتایج زیر حاصل گردید:

(۱) با افزایش pH و غلظت سورفکتانت کاتیونی زاویه تماس کاهش می‌یابد. تغییر بار الکتریکی سنگ با خیساندن تیغه‌ها در آب و محلول سورفکتانت کاتیونی با pHهای ۴ (آب اسیدی)، ۷ (آب خنثی) و ۹ (آب قلیایی) قبل از عملیات تغییر ترشوندگی در نفت انجام شده است. اندازه‌گیری زاویه تماس سیستم نرمال هگزان و آب مقطر بر روی سطوح ترشده در نفت خام نشان می‌دهد که با افزایش pH آب نمک از تمایل پخش‌شدگی فاز نفتی بر روی سطح سنگ کاسته شده است.

(۲) در pH برابر با ۴ (آب اسیدی) که بار سطح کربناته مثبت بوده مواد نفتی بیشتری جذب سطح شده که عدد میانگین ۱۴۹ برای زاویه تماس حاکی از نفت دوست شدن سیستم می‌باشد. در pH برابر با ۷ (آب خنثی)، زاویه تماس ۱۲۱ درجه بیانگر ترشوندگی خنثی متمایل به نفت دوست و در pH برابر با ۹ (آب قلیایی) که بار سطح منفی است، زاویه تماس ۱۰۶ درجه نشان دهنده ترشوندگی متمایل به آب دوست بوده است.

(۳) کمترین و بیشترین مقدار زاویه تماس به ترتیب مربوط به سورفکتانت کاتیونی هگزا دسیل تری متیل آمونیوم بر مایند با غلظت ۲۰۰ mg/L در pH برابر با قلیایی با مقدار ۴۱/۲ درجه و آب خالص در pH برابر با ۷ (آب خنثی) با مقدار ۱۴۹ درجه بدست آمد.

(۴) درصد بازیافت نفت با تزریق آب در شرایط عملیاتی آزمایش با افزایش pH درصد بازیافت افزایش می‌یابد. بیشترین مقدار درصد بازیافت نفت برای تزریق آب در شرایط pH برابر با ۹ (آب قلیایی) با مقدار ۳۲ درصد بدست آمد.

(۵) درصد بازیافت نفت برای تزریق سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بر مایند در غلظت‌ها و pHهای مختلف به مخزن نفتی با افزایش pH محلول تزریقی از ۴ (آب اسیدی) به ۹ (آب قلیایی) درصد بازیافت نفت روند افزایشی دارد.

(۶) حداکثر میزان برداشت نفت برای محلول تزریقی در شرایط آزمایش شماره ۹ (غلظت سورفکتانت ۲۰۰ mg/L و pH برابر با قلیایی) با ۱۵۸/۸ cc و زمان پایان آزمایش و درصد بازیافت نفت ۶۳/۵ درصد حاصل گردید که نسبت به تزریق آب در شرایط مذکور ۹۸/۴۳ درصد افزایش درصد بازیافت نفت را داریم.

(۷) بهترین درصد بازیافت نفت مربوط به شرایط آزمایش با غلظت سورفکتانت کاتیونی ۲۰۰ mg/L (سطح ۳)، همچنین pH ۹ (آب قلیایی) (سطح ۳) و ضریب تخلخل ۳۰٪ می‌باشد.

(۸) حداکثر درصد بازیافت نفت از مخزن بر اساس شرایط بهینه به حاصل شد که مقدار آن برابر با ۶۲/۹۸۸۹ درصد گزارش شد.

منابع

- صائب احمدی، محسن وفايي سفتي، محمد مهدي شادمان و سيد اميد رستگار. (۱۳۹۵). مطالعه آزمایشگاهی تزریق آب هوشمند و برگ سدر به عنوان ماده فعال سطحی طبیعی به منظور ازدیاد برداشت نفت از مخازن کربناته، پژوهشگاه نفت، شماره ۹۱، صفحه ۸۹-۸۳.
- قنبرپور، امید، سجادیان، ولی احمد، بهزاد اسیری، همایون، (۱۳۸۵)، مطالعه فرآیند همرفت در مخازن شکافدار، اولین کنگره مهندسی نفت / ایران، انجمن مهندسی نفت ایران، صفحه ۶۶-۴۳.
- محمودان، حمید، خراط، ریاض، (۱۳۸۵)، مطالعه آزمایشگاهی تزریق آب و پلیمر در محیطهای متخلخل شکافدار با استفاده از میکرومدل، یازدهمین کنگره ملی مهندسی شیمی / ایران، دانشگاه تربیت مدرس، صفحه ۱۵-۳.
- B.Y. Jamaloei. (2009). Insight into the Chemistry of Surfactant-Based Enhanced Oil Recovery Processes, *Recent Patents on Chemical Engineering*, Vol.2, pp.1-10.
- C.C. Emegwalu. (2010). Enhanced oil recovery for Norne Field's E-segment using surfactant flooding, pp. 34-54.
- K. Wang, S. Liang, C. Wang. (2010). Research of Improving Water Injection Effect by Using Active SiO₂ Nano-Powder in the Low-Permeability Oilfield, *Advanced Materials Research*, Vol. 92, pp. 207-212.
- Maghzi, R. Kharat, A. Mohebbi, M.H. Ghazanfari. (2014). The impact of silica nanoparticles on the performance of polymer solution in presence of salts in polymer flooding for heavy oil recovery, *Fuel*, 123, pp. 123-132.

اثر ویژگی ایده پذیرفته شده در سیستم پیشنهادات بر ارزیابی آن در شرکت

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۰

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۳

کد مقاله: ۵۹۹۶۹

امامعلی ساعتی^۱، حامد شاکریان^۲، محمدنظیر پرویز^۳

چکیده

ادبیات حوزه فاز صفر نوآوری علی‌الخصوص سیستم یا نظام پیشنهادات عمدتاً بر جنبه‌های سازمانی و ویژگی‌های فردی ثبت‌کننده‌ها، تمرکز دارند اما نیز از روش‌های متعددی برای تمرکز بر ایده "خوشتن" استفاده می‌کنیم به منظور تفکیک هر ایده از یکدیگر، باید از مطالعات کنونی استفاده نموده لذا دو نوع شباهت و همسانی در میان ایده‌ها به دست می‌آید: شباهت موضوعی بافت (زمینه) محور و شباهت تاکسونومی ویژگی محور. ابتدا باید نوع شباهت را بر حسب ویژگی ایده (موضوعی) و طرح آن (شباهت تجربی و سناریو) با کمک ارزیابی‌های مستمر ایده، عملیاتی نمود. داده‌ها و اطلاعات نیز از سیستم پیشنهادات پژوهش‌ها و بخش توسعه تولید محصولات مشتری پسند به دست می‌آیند. سپس باید روابط مثبت و معنادار بین تمام ویژگی‌ها را نیز شناسایی نمود. در خاتمه نیز یافته‌های به دست آمده از روش‌های خلاق، محدودیت‌های نظری و عملی و توصیه برای انجام مطالعات آتی، ذکر خواهند شد.

واژگان کلیدی: ایده، سیستم پیشنهاد، ارزیابی، تحقیق و توسعه، فاز اولیه نوآوری

۱- دانشجوی دکتری تخصصی، رشته مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد؛ حسابداری و مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، آذربایجان شرقی، ایران (مسئول مکاتبات) emamalisaaty@gmail.com

۲- دانشجوی دکتری تخصصی، رشته مدیریت صنعتی، دانشکده اقتصاد؛ حسابداری و مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، آذربایجان شرقی، ایران

۳- دانشجوی کارشناسی ارشد، رشته مدیریت دولتی، دانشکده اقتصاد؛ حسابداری و مدیریت، دانشگاه آزاد اسلامی، مهاباد، آذربایجان غربی، ایران

۱- مقدمه

فاز صفر نوآوری به مرحله بیان یک ایده و توسعه مفاهیم آن اشاره دارد که این امر می‌تواند هم خطری برای شرکت‌ها باشد و هم فرصت‌هایی را در اختیار آن‌ها قرار دهد. هر مرحله، مستقیماً به موفقیت یک محصول جدید ارتباط دارد در اکثر شرکت‌ها، ارزیابی و سنجش چندین ایده همواره یکی از مشکلات رایج به شمار می‌رود. لذا یکی از روش‌های استاندارد سازی فاز صفر نوآوری و تسهیل در ارزیابی ایده‌ها، استفاده از سیستم پیشنهادت ایده است. تاکنون اکثر پژوهشگران به عوامل اثرگذار بر موفقیت سیستم‌های فوق از دیدگاه ساختار سازمانی، توجه کرده‌اند اما در این مقاله با در نظر گرفتن مفهوم ایده، سعی می‌کنیم به پرسش ذیل پاسخ دهیم: چگونه ویژگی‌های یک ایده پذیرفته شده در یک سیستم پیشنهادت، می‌تواند بر ارزیابی آن در یک شرکت نیز اثر گذارد؟ برای بررسی این سوال، ابتدا باید با کمک مطالعات اخیر به بررسی انواع مختلف شباهت‌ها، پرداخت در واقع بیشتر توجه ما بر روان‌شناسی شناختی و روان‌شناسی مشتری معطوف است (۱).

در این روش، از یک مدل فرآیند دوحملی برای تفکیک شباهت‌های موضوعی و ویژگی محور استفاده می‌کنیم. استیس و همکاران (۲۰۱۲) پی بردند در توسعه یک برند بهتر است از ایده آن به جای ایده طبقه بندی شده، استفاده به عمل آید لذا جهت توسعه اصول مفهومی این دیدگاه، باید ایده‌های جدید را گرد هم آورده و هر یک را به دقت مورد ارزیابی قرار دهیم. این مقاله از روش‌های ذیل جهت بررسی ادبیات حوزه فاز صفر نوآوری استفاده می‌کند (۱).

ایده و تاثیر آن بر ارزیابی سیستم‌های پیشنهادت ابتدا مورد بررسی قرار می‌گیرد اکثر محققین بیشتر بر سازمان و افراد توجه دارند و ایده را نادیده گرفته‌اند این مقاله با الهام از مطالعات گلدنبرگ و همکاران در مورد الگوهای نوآوری، انجام شده است. این الگوهای نوآوری را به عنوان "خلاصیت محدود" نام گذاری می‌کنیم. در روش خلاصیت محدود، هدف نه تنها حفظ ایده‌های موجود است بلکه ارزشیابی هر ایده و تاثیر آن در ساخت ایده‌های دیگر نیز مورد بررسی قرار می‌گیرد. ما در این مقاله با کمک ادبیات پیشین به بررسی ویژگی‌های ایده‌ها و کاربرد آن در سیستم پیشنهادت می‌پردازیم. در ادامه به بررسی ادبیات حوزه تفکر می‌پردازیم این حوزه ادبیات عمدتاً در موضوعات تجارت و کسب و کار استفاده می‌شود. لذا با توجه به یافته‌های استیس و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی ارتباط بین ویژگی ایده‌های و ارزیابی آن پرداخته و از این ایده‌ها در نظام پیشنهادت استفاده می‌کنیم البته بهتر است از داده‌های میدانی به جای داده‌های تجربی و آزمایشگاهی استفاده به عمل آید (۲).

۱-۱- تئوری

ایده‌ها زمانی که با کمک ویژگی‌های یکسان مفهومی ساخته می‌شوند می‌توان ایده‌های مفهومی در نظر گرفت اگر تعاملات و ارتباطات بین ایده‌ها شبیه به یکدیگر باشد آن‌ها را همسان می‌نامیم. این شباهت و مفهومی به روابط خارجی بین ایده‌ها نیز اشاره دارد برای مثال، گچ و تخته سیاه از نظر مفهومی و نوع ارتباطی که با هم دارند، از شباهت مفهومی برخوردارند. به همین نحو، شباهت موضوعی با شباهت تاکسونومی ارتباط داشته و هر یک نقش بسزایی را در شکل‌گیری ایده‌ها ایفا می‌کنند در اکثر موارد، ایده‌ها ترکیبی از مفاهیم موجود هستند به منظور ساخت یک ایده، ابتدا باید مفاهیم موجود را با یکدیگر ترکیب نموده و از فرصت‌های موجود به نحو احسن استفاده کرد افراد جهت دستیابی به بهترین فرصت‌ها باید به ارتباط بین مفاهیم با یکدیگر توجه نمایند. بنابراین استفاده از انواع مختلف شباهت‌ها در ساخت ایده احتمالاً باعث ایجاد ایده‌های مختلفی گردیده لذا باید هر یک را به طور مجزا و مستقل مورد ارزیابی قرار داد (۳).

در شرح نحوه توسعه برند باید به اختلاف بین ایده‌های موضوعی و تاکسونومی توجه نمود. در توسعه برندهای تاکسونومی باید ویژگی‌های مهم و ارزشمند برند در محصول توسعه یابد در مقابل، در توسعه برند موضوعی باید ابتدا برند تقسیم بندی شده و ارتباطات مفهومی، موقتی و عملکردی بین هر مفهوم برند شناسایی شود. مثلاً شرکت آدیداس را در نظر بگیرید، ساندل‌های این شرکت به صورت تاکسونومی توسعه یافته‌اند زیرا ویژگی ساندل‌ها بسیار شبیه به کفش‌های مخصوص پیاده روی است در مقابل، این ساندل‌ها از نظر بوی بد به سختی با کفش‌های ورزشی شباهت دارد زیرا اکثر افراد قبل و بعد از پیاده روی معمولاً از بوگیرهای کفش استفاده می‌کنند. مفاهیم همگی به موضوعات یکسانی ارتباط داشته و زمانی که با یکدیگر ترکیب شوند می‌توانند محصول جدیدی را بوجود آورند یا اینکه می‌توان از آن‌ها جهت حل مشکلات استفاده نمود. در واقع محققین چنین فرض می‌کنند که تنها کودکان خردسال در هنگام تصمیم‌گیری، به روابط موضوعی یک شیء یا ایده توجه دارند (۴).

بسیاری از این کودکان بیشتر شباهت موضوعی را ترجیح می‌دهند تا تاکسونومی (مثلاً آیا رفتار یک سگ همگام غذا خوردن شبیه به رفتار گربه است). با توجه به دیدگاه تغییر شباهت مفهومی به تاکسونومی، کودکان در دوران پیش دبستانی یا دبستان بیشتر به سمت دیدگاه تاکسونومی روی می‌آورند زیرا نظام آموزشی آن‌ها بر طبقه بندی (تاکسونومی) ویژگی‌ها متمرکز است. بنابراین کودکان بزرگتر و نوجوانان توجه کمی به شباهت موضوعی داشته اما نیم‌نگاهی هم به شباهت تاکسونومی دارند. مطالعات اخیر نشان می‌دهد بزرگترها زمانی که به بررسی شباهت بین اشیاء می‌پردازند از روابط موضوعی بهره می‌برند در واقع این افراد

قادر اند هنگام تصمیم گیری، هردونوع شباهت موجود را مورد استفاده قرار داده حتی می توانند اختلاف بین این دو شباهت را نیز به سایرین نشان دهند. مطابق با یافته‌های استیس و همکاران (۲۰۱۲و۲۰۱۱)، می‌توان گفت ویژگی ایده های موضوعی به گونه ای است که می توان با کمک آن انواع مختلف ایده ها را با توجه به شباهت های بین آن ها، ارزیابی نمود. سیستم پیشنهادات نیز از ویژگی های شبیه به ایده های موضوعی برخوردار است یکی از دلایل مهم اجراء و استفاده از یک چنین سیستم هایی، تولید ایده با کمک فرآیندهای نوآور بوده زیرا از این طریق می توان محصولات موجود را به طور خلاقانه، بهبود بخشید. دلیل دوم نیز مربوط می‌شود به پذیرش ایده‌های خلاقانه از سوی شرکت های صادرکننده. با این حال افراد به احتمال قوی به دنبال استفاده از ایده هایی بوده که بیشتر کاربرد دارند به همین منظور، ویژگی شباهت بیشتر به نوع موضوعی ارتباط دارد تا به تاکسونومی زیرا هر ایده ممکن است از کاربرد مخصوص به خود برخوردار باشد(۵).

۲-۱- فرضیات

اگر چنین تصور کنیم که ایده به خودی خود یک عامل مهم فاز صفروآوری به شمار می رود بنابراین برای طبقه بندی ایده ها و ارزیابی عملکرد آن ها، باید یک مدل مفهومی موجود باشد گلدنبرگ و همکاران بیان کردند شناسایی ویژگی های خاص ایده ها به ما در خلق ایده های پرکاربرد بسیار کمک خواهد کرد لذا با توجه به ویژگی ایده ها می توان عملکرد روش های ارزیابی ایده های نوآورانه و خلاق را افزایش داد در بخش های بعد، با توجه به ارتباط بین متغیرها به ساخت فرضیات می پردازیم. در واقع باید وجه تمایز بین ویژگی یک ایده و نمایش یک ایده تعیین شود اکنون دو ویژگی نمایش ایده که ارتباط مستقیمی با خلق ایده های موضوعی دارد بیان می شوند: شباهت تجربی و سناریو. به رغم ارتباط مستقیم این دو با ایده های موضوعی، می توان از ویژگی های دو عامل فوق در ساخت ایده های موضوعی استفاده کرد(۶).

۳-۱- سناریو

ممکن است ارتباط سناریویی یا رخدادی بین اشیاء وجود داشته باشد سناریوها یا رخدادها همان اتفاقاتی هستند که ما آن را " جریان تجربی " می نامیم. این جریان به ما در درک شایط و موقعیت کمک می کند. تعاریف زیادی در باره ویژگی شناختی جریان فوق وجود دارد برای مثال، " رفتن به رستوران " نوعی سناریو است در رستوران، پیشخدمت قبل از سفارش گرفتن، منو را در اختیار افراد قرار داده و فرد براساس منو، غذای مورد نظر خود را سفارش می دهد با توجه به اینکه سناریوها و رخدادها هر یک از ارکان مهم ایده های موضوعی به شمار می روند لذا شباهت زیادی به این ایده ها دارند(عدم شباهت به ایده های تاکسونومی). مجدداً اینکه، با توجه به اینکه سناریوها و رخدادها هر یک از ارکان مهم ایده های موضوعی به شمار می روند و شباهت زیادی به این ایده ها داشته و اینکه هیچ شباهتی بین آن ها با ایده های تاکسونومی وجود ندارد، لذا ایده را به صورت یک سناریو بدین طریق شرح می دهیم: معمولاً شب ها دیروقت از سرکار به خانه بر می گردم، در طول هفته تنها فرصت کمی به رسیدگی کارهای خانه دارم شستشوی لباس ها بیشتر از ۱ ساعت طول می کشد و معمولاً آخر هفته ها فقط فرصت شستشوی لباس دارم زمانی که ماشین لباسشویی را سر صبح روشن می کنم، به کارهای دیگر نمی رسم چون امکان دارد مشکلی در شستشو رخ دهد(۷).

بنابراین بهتر است طرحی برای خرید یک ماشین لباسشویی خودکار برای خود آماده کنم. این ایده موضوعی در قالب یک سناریو گنجانیده شده است با این حال می توان آن را به صورت تجربی نیز بیان نمود: معمولاً شب ها دیروقت از سرکار به خانه بر می گردم، در طول هفته تنها فرصت کمی به رسیدگی کارهای خانه دارم شستشوی لباس ها بیشتر از ۱ ساعت طول می کشد و معمولاً آخر هفته ها فقط فرصت شستشوی لباس دارم زمانی که ماشین لباسشویی را سر صبح روشن می کنم، عمل شستشو انجام شده اما همچنان مقداری لکه بر روی لباس ها دیده می شود باید از مواد پاک کننده ای استفاده کنم که بتواند تمام لکه ها را از بین ببرد. این مثال نیز نشان می دهد این ایده مبتنی بر یک الگوی تاکسونومی بوده زیرا با کمک مواد پاک کننده سعی در از بین بردن تمام لکه ها دارد. لذا شباهت موضوعی را می توان بین دو یا چند عامل در یک رخداد یا سناریو تعریف نمود. و سناریوها نیز بخشی مهمی از روابط موضوعی و نقش ارزشمند در ساخت ایده های موضوعی را شامل می شوند(۸). لذا با توجه به شرح مفهوم سناریو یا رخدادها، بهتر می توان مفهوم ایده را در یک سیستم پیشنهادات مورد ارزیابی قرار داد بنابراین در ساخت یک ایده باید دو نکته را مد نظر قرار داد:

۱- از سناریوها جهت برطرف نمودن چالش های مفهومی و کاهش ابهامات می توان استفاده نمود. توسعه محصولات جدید بخصوص در مراحل اولیه همواره با مشکلات و ابهاماتی همراه است. لذا افراد با کمک استراتژی ها و راهکارهای مختلف به دنبال کاهش این ابهامات بوده و از تجارب پیشین استفاده می کنند. ایده ساخت محصولات جدید نیاز به شناسایی و درک کامل محصول دارد لذا مشکل در درک و فهم یک ایده بر می گردد به بالا بودن ابهامات موجود. می توان گفت در بررسی ایده های محصول، عدم وجود اطلاعات مناسب و عدم آشنایی درست با ایده ها همواره جزء مشکلات رایج به شمار می رود. افراد در انتخاب یک ایده،

توجه کمی به انگیزه های شناختی جهت درک آن دارند استیس و همکاران (۲۰۱۲) پی بردند زمانی که یک ایده به درستی ارزیابی گردد، بهتر می توان آن را بهبود بخشید.

۲- با کمک سناریو می توان پی برد ایده از کجا می آید، چگونه محصولات را می توان توسعه داد و چگونه می توان هروء مشکلی را از میان برداشت (۹). در عین حال، اگر ویژگی های هر محصول و ایده آن به درستی تعیین شود می توان فرضیه زیر را عنوان نمود:

فرضیه ۱: ارزیابی ایده هایی که با سناریو در ارتباط اند نسبت به ایده هایی که با آن در ارتباط نیستند بسیار مطلوب تر انجام می شود.

۴-۱- شباهت تجربی

تفکر موضوعی با تجربه فردی ارتباط دارد در واقع این نوع تفکر زمانی که آن را با تجربیات مرتبط دانست، اهمیت زیادی پیدا خواهد کرد لذا داشتن سطح بالایی از شباهت تجربی به عنوان بخشی از دیدگاه موضوعی در ساخت ایده های خلاقانه، باید مورد توجه قرار گیرد. می توان گفت شباهت تجربی با یک ایده در ارتباط است در سیستم پیشنهادات، ایده ها مطابق با ۳ دیدگاه مختلف تشریح می شوند: دیدگاه غیر شخصی، دیدگاه مشتری و دیدگاه اول شخص. مثال های ذکر شده همگی مربوط به دیدگاه مشتری بوده و نشان دادند چگونه می توان ایده را از ادراک یک مشتری به دست آورد: معمولاً مشتریان ما از سرکار، دیروقت به خانه می روند در طول هفته، تنها می توانند به کارهای جزئی خانه رسیدگی کنند... چنین گفته شده که شباهت تجربی نه تنها بخشی از یک ویژگی ایده است بلکه معرف آن نیز بوده زیرا ایده از میان تجارب شخصی، تجارب دیگران و یا از هیچ نوع تجربه ای به دست می آید (۱۰).

علاوه بر این، ایده تاکسونومی مطابق با تجربیات فردی به دست می آید مثلاً دوست ندارم هیچ لکه ای روی لباس ها باشد بنابراین باید تمام آن ها را از روی لباس ها پاک کنم. شباهت تجربی که معرف یک ایده در سیستم پیشنهادات است، ارتباط مثبتی با شیوه ارزیابی ایده دارد. زمانی که ایده ای از میان یک موضوع پدیدار گردد مشاهدات و یافته های افراد در استفاده از این ایده می تواند در شکل گیری و ساخت مفهوم آن اثرگذار باشد. لذا ایده ها را زمانی می توان به خوبی ارزیابی نمود که ارتباط مستقیمی بین یافته های مشتری با درک وی از ایده یا محصول، وجود داشته باشد. این یافته ها با مطالعات نوناکا (۱۹۹۴) همخوانی دارند بنا بر تئوری خلق دانش در سازمان ها: مشاهدات و تعاملات بین افراد و ترکیب دانش از اهمیت بالایی برخوردار بوده گرچه سازمان ها برای بهره برداری کامل از دانش نیاز به تجربه کافی دارند این مشاهدات همگی در شکل گیری ایده تاثیر گذار بوده و ایده ها معمولاً از دیدگاه های افراد و مشتریان به دست می آیند. زمانی که به تجربیات فردی بخواهیم اکتفا کنیم امکان دارد مشکلاتی در تفسیر این تجارب بوجود آیند علاوه بر این شواهد نشان می دهند در سیستم های پیشنهادات، مشاهدات مستقیم باعث می شوند بهتر بتوان ایده ها را ارزیابی نمود. با این حال، ارتباط نزدیکی بین روش موضوعی خلق ایده و شباهت تجربی وجود دارد و این ارتباط لزوماً نشان نمی دهد که یک ایده مستقیماً از یک موضوع به دست آمده لذا ایده های تاکسونومی ممکن است به طریق یکسانی بوجود آیند (۱۱). بنابراین تاثیر مستقیم شباهت تجربی در خلق ایده ها را می توان به صورت فرضیه زیر بیان نمود:

فرضیه ۲: ایده هایی که با کمک روش شباهت تجربی به دست آمده اند نسبت به ایده های دیگر، راحت تر و مطلوب تر ارزیابی می شوند.

۵-۱- واژگی/کاراکتر ایده:

کاراکتر ایده را مجموعه ویژگی های یک ایده که ارتباط مستقیمی با مفاهیم مختلف آن دارند، تعریف می کنیم در این مقاله، دو موضوع "شباهت های تاکسونومی" و "شباهت های موضوعی" را به عنوان مبنایی برای شناسایی انواع مختلف کاراکترهای ایده در نظر می گیریم. استیس و همکاران (۲۰۱۲) چنین فرض کردند که مفهومی بودن یک ایده نیز نوعی ویژگی آن به شمار می رود و بر ارزیابی خود ایده تاثیر خواهد گذاشت وی نشان داد هرچقدر یک برند موضوعی سریعتر توسعه یابد ارزیابی آن نیز باید زودتر انجام شده و این امر با توسعه یک برند تاکسونومی مغایرت دارد با این حال زمانی که از شرکت کنندگان خواسته شود در مورد ارتباط بین برند و توسعه برند، کمی فکر کنند آن ها بیشتر به ارزیابی توسعه تاکسونومی برند توجه خواهند داشت. این نتایج نشان می دهد در توسعه یک برند باید به شباهت ها و اختلافات موجود توجه نمود (۱۲).

لذا ایده های تاکسونومی نسبت به ایده های موضوعی، بهتر و موثرتر مورد ارزیابی قرار می گیرند. در این مقاله، ما بیان کردیم شباهت موضوعی می تواند ارزیابی ها را بهبود بخشد یک سیستم پیشنهادات شرکتی از ویژگی های منحصر به فردی برخوردار است. طبق با گفته استیس و همکاران (۲۰۱۲)، ایده شهودی همچون "قوطلی نوشابه و سیب زمینی در کنار یکدیگر قدم می زنند" یک موضوع داستانی بوده و باید به شیوه خاص خود تفسیر شود. در واقع مطالعات اخیر نشان دادند ایده کارکنان در استفاده از

فرآیندهای خلاقانه بسیار جذاب بوده و دلیل آن نیز، این است که کارکنان به طور مستمر در سازمان‌ها مشغول به کار بوده و به خوبی با تفکرات مشتریان در مورد محصولات شرکت آگاه‌اند. با توجه به اینکه داده‌ها و اطلاعات ما همگی از یک تولیدکننده محصولات مشتری پسند جمع‌آوری شده و این قبیل محصولات همواره مورد استفاده مشتریان قرار می‌گیرند. لذا در یک سیستم پیشنهادات، ایده‌های موضوعی/مفهومی نسبت به ایده‌های تاکسونومی، به طور موثرتر ارزیابی می‌شوند. ایستیس و همکاران (۲۰۱۲) پی‌بردند افرادی که به دنبال خرید کالاهای مخصوصی هستند در انتخاب یک برند بیشتر از ایده‌های موضوعی خود بهره می‌برند گرچه در یک سیستم پیشنهادات، ممکن است شرکت توجه خاصی بر محصولات خود نداشته باشد سیستم‌های پیشنهادات همواره به ارزیابی ذهنی مشتریان بدون توجه به محصولات و کالاهای موجود، می‌پردازند. این همان نکته‌ای است که ایستیس و همکاران به آن توجه کرد (۱۳). بنابراین فرضیه سوم ما نیز شکل می‌گیرد:

فرضیه ۳: ایده‌های موضوعی نسبت به ایده‌های تاکسونومی به طور موثرتری مورد ارزیابی قرار می‌گیرند.

۲- روش‌ها

۲-۱- جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات

در این مقاله، ما از داده‌های میدانی جهت تجزیه و تحلیل ایده‌های خلاق مورد تایید سیستم پیشنهادات یک تولیدکننده ملی کالاهای مشتری پسند استفاده می‌کنیم. از میان بیش از ۴۶ هزار کارمند، تعداد ۱۵۰۰ نفر در این شرکت مشغول به کار بوده و هر یک از ایده‌های نوآور و خلاقانه‌ای برخوردارند. این افراد در حوزه تحقیق و توسعه و بخش بازاریابی مشغول به کار هستند. محققان به بررسی شیوه‌های مختلف ارزیابی یک ایده پرداخته‌اند. در این مقاله تمام ایده‌ها مطابق با یک استاندارد از پیش تعیین شده، مورد پذیرش قرار گرفته و هر یک به طور اتفاقی، ارزیابی شده‌اند. برخی محصولات ممکن است در سیستم پیشنهادات جایی نداشته باشند لذا ایده‌های متعلق به این قبیل محصولات از مطالعه حاضر کنار گذاشته شده و تنها ایده‌هایی را انتخاب کرده ایم که مورد پسند همگی قرار گرفته باشند. محققان بیان می‌کنند بروز اختلافات فرهنگی در تفکر موضوعی امری اجتناب‌ناپذیر است. لذا باید تنها ایده‌هایی بررسی شوند که مورد استفاده یک کشور و یک شرکت مادر قرار دارند تا از این طریق بتوان میزان اختلافات فرهنگی را به حداقل رسانید. در مجموع، تعداد ۴۲۴ ایده باقی می‌ماند. برخی ایده‌ها ناقص بوده و برخی نیز ممکن است در پایگاه داده شرکت قرار نداشته باشند یا ممکن است زبان به درستی کدگذاری نشده باشد زمانی که یک ایده مشخص مورد استفاده قرار می‌گیرد ابتدا به عنوان یک نمونه انتخاب خواهد شد بنابراین به دلایل فوق، ۴۶ ایده را نیز از میان ایده‌های خود کم کرده تا اندازه نمونه ما به ۳۸۷ ایده تنزل یابد.

۲-۲- شاخص‌های اندازه‌گیری

۲-۲-۱- متغیرهای مستقل

تمام متغیرهای مستقل از جمله کاراکتر ایده که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته‌اند باید مطابق با آنالیز محتوا در یک سیستم پیشنهادات، کدگذاری شوند. کدگذارها، ایده‌ها را به دو صورت موضوعی و تاکسونومی، طبقه‌بندی کرده و ویژگی‌های آن را از دید مشتری یا اول شخص (شبه‌تجربگی/تجربگی)، اولویت‌بندی می‌کنند. دو کدگذار ماهر نیز مسئول کدگذاری تمام ایده‌ها هستند. این دو همان دانشجویان مقطع دکتری بوده که به خوبی با مفهوم شبهات موضوعی آشنایی دارند. آن‌ها ابتدای امر، دستورالعمل‌های کتبی را دریافت کرده، سپس به خواندن ادبیات مربوطه پرداخته و در نهایت در جلسات آموزشی متعددی شرکت می‌کنند در طول برگزاری این جلسات، اطلاعات به صورت دستورالعمل‌های کتبی در اختیار افراد قرار گرفته و مجموعه‌ای از ایده‌های تصادفی وارد مرحله کدگذاری می‌شوند. یک پیش‌آزمون در هر جلسه آموزشی انجام می‌شود. فرد کدگذار، به طور تصادفی یک مجموعه ایده‌ها را انتخاب نموده و تفاسیر و معانی آن را در کتاب مخصوص کدها ثبت می‌کند. بعد از اتمام این مرحله، فرد تمام ایده‌هایی که مورد استفاده محققان قرار می‌گیرد را انتخاب می‌کند. فرآیند کدگذاری ممکن است ۲ هفته به طول انجامد و فرد متخصص بیش از دو ساعت کار نمی‌کند زیرا ممکن است خستگی و عدم تمرکز وی بر نتایج کارش تاثیر منفی بگذارد. کدگذاران هیچ گونه اطلاعاتی در مورد فرضیات این مقاله نداشته و به شیوه‌های ارزیابی ایده‌ها نیز دسترسی ندارند اگر آن‌ها بر سر طبقه‌بندی یک ایده اتفاق نظر نداشته باشند لذا خود محقق عمل کدگذاری (رمزگذاری) را انجام می‌دهد جدول ۱، به بررسی متغیرهای کدگذاری شده و استفاده از آن‌ها در کتابچه کدها، می‌پردازد.

۲-۲-۲- متغیرهای وابسته

متغیر وابسته در این مقاله، ارزیابی ایده های خلاقانه در سیستم پیشنهادات است به منظور بررسی روایی این متغیر می توان از داده های موجود جهت ساخت متغیر وابسته خود استفاده نمود. علاوه بر این، استفاده از دو منابع مجزا برای کدگذاری متغیرهای مستقل و وابسته می تواند مشکلات مربوطه را از میان بردارد تمام ایده ها با کمک ۲۷۰ فرد ارزیاب که در پست های مدیریتی، تحقیق و توسعه و یا بازاریابی شرکت مشغول به کار اند، بررسی می شوند. در ارزیابی هر ایده، تعداد ۲ نفر به طور اتفاقی انتخاب می شوند. این افراد ابتدا به سراغ ایده های جدید و دست اول می روند. آن ها در ارزیابی و رتبه بندی ایده ها از ۵ ویژگی زیر و پرسشنامه ۷ گزینه ای لیکرت، بهره می برند که عبارتند از: پتانسیل بازار/فروش، ارزش اخبار، ارتباطات، امکان پذیری و مفهوم. رتبه بندی این ویژگی ها بر اساس تصمیماتی که شرکت جهت توسعه فرآیندهای خلاقانه اتخاذ می کند، انجام می شود. به علت وجود تعداد زیاد ارزیابان و انتخاب تصادفی ایده ها، انتظار می رود خطاها و اشتباهاتی نیز در کارشان رخ دهد. محققان از این ویژگی ها در حوزه مدیریت نوآوری استفاده می کنند به منظور دستیابی به شاخص های پایدار ارزیابی، باید مدلی را با کمک ویژگی های فوق بسازیم. با انجام آنالیز عامل اکتشافی می توان در مدل دو عاملی، ویژگی هایی نظیر ارزش خبرها، ارتباطات، مفهوم و پتانسیل بازار/فروش را به عنوان یک عامل و ویژگی امکان پذیری را به عنوان عامل دیگر مد نظر قرار داد لذا از مقادیر میانگین ویژگی های ارزش خبرها، ارتباطات، مفهوم و پتانسیل بازار/فروش به عنوان متغیر وابسته (یا شاخص ارزیابی) استفاده می کنیم اگرچه تمام فرضیات اشاره به ارزیابی مثبت ایده ها دارند اما روابط بین ویژگی های فوق با متغیر مستقل نیز باید بررسی شده تا بتوان به نتایج مورد قبولی دست یافت. در جدول ۲، انحراف معیار، میانگین و همبستگی بین تمام تغییرها ذکر شده است.

Table 1. Variables and codings used in the study

Cluster	Variable	Categories	Coding	Description	Example
Idea presentation	Scenario (Hypothesis 1)	No scenario	No scenario = 0 Scenario = 1	The description of the idea has a story character/a scenario is being described	I don't like persistent stains. I want all stains to be removed.
		Scenario	No scenario = 0 Scenario = 1		I usually come home from work late in the evening. During the week, this is the only time for me to take care of household tasks. As the washing cycle of my washing machine takes more than one hour, I take care of the washing on weekends. But when I turn on the washing machine in the morning and take out the washing later, some stains are still present. It would be great to have a detergent that really removes all the stains.
	Experiential proximity (Hypothesis 2)	Impersonal perspective	Idea is described from an impersonal perspective = 1 Idea is described from another perspective = 0	From which kind of perspective is the idea being described?	Persistent stains are a problem that should be resolved.
		Customer perspective	Idea is described from a customer perspective = 1 Idea is described from another perspective = 0		Our customers often claim that stains persist after washing.
		First-person perspective	Idea is described from a first-person perspective = 1 Idea is described from another perspective = 0		I don't like persistent stains. I want all stains to be removed.
Idea character	Thematic vs. taxonomic ideas (Hypothesis 3)	Thematic idea	The idea is thematic = 1 The idea is taxonomic = 0	The idea is based on a thematic logic; it has been derived from a theme; entities used to build the idea are either part of one theme or are unified within a theme; the theme can be named; entities are externally related.	I usually come home from work late in the evening. During the week, this is the only time for me to take care of household tasks. As the washing cycle of my washing machine takes more than one hour, I take care of the washing on weekends. But when I turn on the washing machine in the morning, I cannot leave for other activities because the washing becomes smelly if it is not taken out of the machine shortly after it is finished. It would be great to have a detergent that keeps the washing fresh in the drum so that my plans do not have to depend on the washing cycle.
		Taxonomic idea	The idea is thematic = 1 The idea is taxonomic = 0		See example for 'scenario'

Table 2. Means, standard deviations, and correlations

	Mean	SD	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Thematicness ¹	.81	.40									
2. Impersonal perspective ¹	.63	.48	-.05								
3. Consumer perspective ¹	.21	.41	-.02	-.69***							
4. First-person perspective ¹	.15	.36	.09*	-.56***	-.22***						
5. Scenario ¹	.56	.50	.18***	-.20***	-.05	.31***					
6. Evaluation	3.16	.47	.18***	-.20***	-.05	.16***	.17***	(.80)			
7. Market/sales potential	2.70	.51	.10**	-.14***	.07	.11**	.09	.81***			
8. News value	3.30	.74	.16***	-.13**	.04	.13**	.14***	.74***	.40***		
9. Relevance	3.20	.55	.16***	-.07	-.02	.12**	.15***	.85***	.73***	.39***	
10. Logic of concept	3.46	.56	.14***	-.02	-.11**	.15***	.19***	.83***	.57***	.44***	.71***

N = 378.

¹Dummy-coded variable; 0 = no, 1 = yes. Value in parentheses is reliability coefficients.

*P ≤ .1, two-tailed; **P ≤ .05, two-tailed; ***P ≤ .01, two-tailed.

۳- نتایج

همبستگی مثبت بین سناریو و عامل شباهت تجربی در ایده های موضوعی نشان می دهد که این ایده ها بیشتر در سناریو گنجانیده شده و از شباهت تجربی بسیار بالایی در مقایسه با ایده های تاکسونومی برخوردار اند. ما به منظور آزمون تمام فرضیات موجود، از آنالیز رگرسیون سلسله مراتبی استفاده می کنیم. به منظور بررسی فرضیه ۱، باید متغیر شباهت تجربی به عنوان متغیر کدگذاری شده ساختگی در دیدگاه مشتری و اول شخص و در نخستین مرحله آنالیز رگرسیون استفاده شود. دیدگاه بین فردی نیز ترکیبی از دو دیدگاه اول شخص و مشتری بوده گرچه در بررسی این دیدگاه از روش رگرسیون استفاده نمی کنیم در محل دوم سناریو به عنوان یک متغیر ساختگی برای آزمون فرضیه ۲ معرفی می شود. جهت آزمون فرضیه ۳، ویژگی مفهومی بودن وارد مرحله سوم و نهایی رگرسیون می شود. نتایج رگرسیون در جداول ۳ و ۴ ذکر شده اند. نتایج از تایید فرضیه ۳ حمایت نموده و نشان می دهند ویژگی موضوعی/مفهومی بودن قادر به تعیین اهمیتی دو عامل سناریو و شباهت تجربی می باشد فرضیه ۲ نیز تایید می شود براین اساس، سناریو را می توان با کمک شباهت تجربی شرح داد در نهایت، فرضیه نخست نیز با کمک دیدگاه اول شخص، تایید شده و از ارتباط مثبتی بین ویژگی هایی نظیر ارزش خبرها، ارتباطات، مفهوم و پتانسیل بازار/فروش خبر می دهد.

Table 3. Results of regression analyses I

Independent variables	Dependent variables								
	Evaluation			Market/sales potential			News value		
	Model 1	Model 2	Model 3	Model 4	Model 5	Model 6	Model 7	Model 8	Model 9
Consumer perspective ¹	.03	.03	.03	.10**	.10*	.10*	.07	.07	.07
First-person perspective ¹	.17***	.12**	.12**	.13***	.11**	.11**	.15***	.11**	.11**
Scenario ¹		.14***	.11**		.05	.04		.10*	.08
Thematicness ¹			.15***			.09*			.14***
R ²	.03	.04	.07	.02	.02	.03	.02	.03	.05
ΔR ²	.03***	.02***	.02***	.02**	.00	.01*	.02***	.01*	.02***
F	5.19***	5.71***	6.51***	4.13**	3.08**	3.02**	4.30***	4.11***	5.00***

N = 378.

¹Dummy-coded variable; 0 = no, 1 = yes.

*P ≤ .1, two-tailed, **P ≤ .05, two-tailed, ***P ≤ .01, two-tailed.

Table 4. Results of regression analyses II

Independent variables	Dependent variables					
	Relevance			Logic		
	Model 10	Model 11	Model 12	Model 13	Model 14	Model 15
Consumer perspective ¹	.00	.00	.00	-.08*	-.09*	-.09*
First-person perspective ¹	.12**	.08*	.08	.13***	.08*	.08*
Scenario ¹		.12**	.10*		.16***	.14***
Thematicness ¹			.13***			.11**
R ²	.02	.03	.05	.03	.05	.06
ΔR ²	.02*	.01**	.02***	.03***	.02***	.01**
F	2.78*	3.62***	4.43***	5.68***	6.76***	6.23***

N = 378.

¹Dummy-coded variable; 0 = no, 1 = yes.

*P ≤ .1, two-tailed, **P ≤ .05, two-tailed, ***P ≤ .01, two-tailed.

۴- مباحثات

این مقاله را می توان جزء نخستین مطالعات تجربی در زمینه استفاده از یک دیدگاه موضوعی برای ارزیابی ایده ها، تلقی کرد اگرچه مطالعات پیشین نیز بیشتر بر ویژگی های خلق یک ایده توجه داشته اند اما در این مقاله ما تنها بر خود ایده اشاره کردیم لذا ایده ها بر اساس نوع شباهت و کاراکتری که دارند طبقه بندی می شوند. تمام فرضیات نیز مورد تایید قرار گرفته اندو در یک سیستم پیشنهادات، کاراکتر ایده ارتباط نزدیکی با ارزیابی کلی ایده و نیز ارزیابی سازمانی ایده ها دارد در واقع، نتایج نشان دادند عامل معرفی ایده، نقش بسیار مهمی را در ارزیابی ایفا نموده و بین دو عامل شباهت تجربی و سناریو، ارتباط تنگاتنگی برقرار است داده های میدانی جمع آوری شده می توانند منبای مهمی برای اتخاذ تصمیمات مهم در شرکت تلقی شده لذا باید توجه بیشتری به مفهوم تفکر موضوعی در ادبیات مدیریت و نوآوری داشت. تمام ایده ها از مقدار میانگین ۴۰۰ برخوردار بودند. در مثال ذکر شده، ۱۳ ایده بررسی شدند. براین اساس از میان این ۱۳ ایده، ۵ مورد از دیدگاه اول شخص و ۱۰ مورد نیز با کمک یک سناریو مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان می دهد زمانی که از دیدگاه موضوعی استفاده شود، مقادیر مطلوب تری به دست خواهد آمد.

۴-۱- استنباط نظری

نقش اصلی این مقاله، استفاده از یک دیدگاه جدید در سیستم پیشنهادات با ارزیابی نظری و عملی ایده ها، بود. البته در بررسی ویژگی های فردی و سازمانی شرکت ها باید تمام ایده ها به دقت بررسی شوند بدین منظور، این مقاله دو وظیفه مهم بر عهده داشت: ۱) توجه به تفکر موضوعی در سیستم های پیشنهادات و تمرکز بر ایده ها با کمک ادبیات پیشین و سیستم های نوآور و ارزیابی ویژگی های مطلوب ایده ها. در واقع، تمرکز اصلی ما بر ارتباطات مفهومی این مقاله با ادبیات پیشین بوده است محققان بیان می کنند مفاهیم حوزه کسب و کار از یک شباهت تاکسونومی با یکدیگر برخوردار اند لذا می توان انتظار داشت ایده های موضوعی نسبت به ایده های تاکسونومی کمتر مورد ارزیابی مثبت قرار گرفته اند نتایج این مقاله نشان می دهد که در شرایط خاص، ممکن است همه چیز به صورت عکس اتفاق بیفتد. مثلاً ایده های موضوعی از پیامدهای موثرتری نسبت به تاکسونومی برخوردار باشند. استس و همکاران نشان داد در برخی مواقع، توسعه موضوعی برند از اثربخشی بالاتری نسبت به تاکسونومی برخوردار است. این یافته ها عنوان می کنند که تفکر موضوعی دارای یک مفهوم چند لایه در حوزه های مختلف می باشد. بنابراین: موضوعی بودن یک ویژگی کلیدی ایده ها محسوب شده و از طریق آن می توان دو عامل شباهت تجربی و سناریو را شرح داد در این مقاله به ارتباط بین کاراکتر و معرفی ایده نیز توجه شد. به رغم این شباهت، نتایج همگی بر پایه دیدگاه های موضوعی خلق و ارزشیابی ایده بنا شده بودند و توجه چندانی به اختلاف بین دو ویژگی معرفی و کاراکتر ایده نگردید. البته در مطالعات پیشین، محققان به این موضوع رسیدگی نکرده بودند.

۴-۲- استنباط عملی

با توجه به محدودیت های نظری، این مقاله از برخی محدودیت های عملی نیز برخوردار است: ۱) در اکثر موارد مشکلات متعددی در ایجاد و انتخاب ایده های درست در سیستم پیشنهادات بوجود می آید. از یافته های این مقاله می توان به عنوان روشی مطلوب جهت ارزیابی ایده ها استفاده نمود. علاوه بر این، تمام ویژگی ایده ها در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته و از آن ها در ساخت ایده های خلاقانه استفاده به عمل آمده است (۲) باید به کارکنان آموزش داد تا به اهمیت سناریو و شباهت تجربی پی ببرند. این امر در ارزیابی کیفیت ایده ها بسیار اهمیت دارد زیرا نوع معرفی یک ایده با کاراکتر آن ارتباط نزدیکی دارد علاوه بر این اگر ویژگی ایده ای را نتوان با عوامل دیگر مرتبط داشت لذا توسعه آن در آینده ممکن است با اشکالاتی همراه شود. اگر سازمانی تصمیم بگیرد از ویژگی های مهم سناریو و شباهت تجربی استفاده کند لذا به راحتی قادر خواهد بود از این طریق، ایده های مد نظر خود را توسعه بخشد. به عنوان مثال، انتخاب و ارزیابی ایده ها با کمک ویژگی های آن ها بسیار ساده و موثر است در این مقاله، ایده های کارکنان حوزه مدیریت بررسی شد گرچه فرآیند ارزشیابی مستزم زمان و وجود منابع کافی است برخی از این منابع ممکن است بسیار نادر باشند.

۴-۳- محدودیت ها و مطالعات آتی

نخست، این مقاله تنها از داده های مقطعی استفاده نمود. بنابراین نتوانست توسعه ایده ها را با کمک مراحل خلاقانه، تعمیم دهد در مطالعات آینده، محققان باید به مقایسه عملکرد بازار در ارزیابی ایده ها در یک سیستم پیشنهادات اقدام نمایند با این حال تنها می توان از تعداد محدود ایده ها در محیط بازار استفاده نموده لذا حجم نمونه ها، کاهش خواهد یافت علاوه بر این، عوامل اثرگذار بر خود ایده نیز باید به دقت بررسی شود. ثانیاً، با توجه به اینکه برخی عوامل از مقاله حاضر کنار گذاشته شد لذا بررسی دقیق تر ویژگی های اختصاصی پذیرندگان ایده ها و ارزیابان جهت توسعه مدل موثر فازصرفنوآوری منطقی به نظر می رسد مطالعات پیشین به بررسی اختلافات میان فردی در تفکر موضوعی پرداخته بودند. این اختلافات همگی بر می گردد به نحوه خلق ایده و چگونگی ارزیابی آن ها به عنوان مثال، افرادی با اولویت بالای شباهت موضوعی از ایده های مفهومی تری نسبت به سایرین برخوردار اند. توجه به چنین روابطی می تواند موضوع بسیاری از مطالعات آینده در زمینه روش های نوآورانه و موثر خلق ایده ها محسوب شود. ثالثاً، دستیابی به داده های فازصرفنوآوری بسیار دشوار است و مطالعات چندانی هم در این زمینه انجام نشده است لذا این مقاله به منظور بررسی تمام تفاسیر، داده های خود را تنها از یک شرکت جمع آوری نمود البته باید هزینه تعمیم داده ها را نیز لحاظ کرد در مطالعات آینده، باید یافته های چنین مقالاتی با جمع آوری داده ها از شرکت ها و صنایع دیگر، اعتبار سنجی شوند. لذا امیدواریم این مقاله توانسته باشد الگو و مبنای مفهومی و تجربی برای انجام مطالعات آینده محسوب شود.

1. baer, m. (2012) putting creativity to work: the implementation of creative ideas in organizations. *academy of management journal*, 55, 5, 1102–1119.
2. estes, z., gibbert, m., guest, d., and mazursky, d. (2012) similarity and processing ease in evaluation of brand extensions. *journal of consumer psychology*, 22, 86–101.
3. estes, z., golonka, s., and jones, l.l. (2011) thematic thinking: the apprehension and consequences of thematic relations. *psychology of learning and motivation*, 54, 249–294.
4. froehlich, j.k. and hoegl, m. (2012) thematic ideation – antecedents and consequences of individuals' thematic similarity recognition. *creativity & innovation management*, 21, 4, 443–456.
5. froehlich, j.k., gibbert, m., and hoegl, m. (2014) using thematic thinking to achieve business success, growth, and innovation: finding opportunities where others don't look. new york: financial times press.
6. froehlich, j.k., hoegl, m., and weiss, m. (in press), (2010), thematic thinking and individual performance in research and development. *journal of product innovation management*, doi: 10.1111/jpim.
7. gibbert, m. and hoegl, m. (2011) that's not our business, or is it? – in praise of dissimilarity. *mit sloan management review*, 52, 4, 20–22.
8. jaruzelski, b., loehr, j., and homan, r. (2012) the global innovation 1000: making ideas work. *strategy+ business*, 69, winter, 1–16.
9. mueller, j.s., melwani, s., and goncalo, j.a. (2012) the bias against creativity: why people desire but reject creative ideas. *psychological science*, 23, 1, 13–17.
10. poetz, m.k. and schreier, m. (2012) the value of crowdsourcing: can users really compete with professionals in generating new product ideas? *journal of product innovation management*, 29, 2, 245–256.
11. reitzig, m. (2011) is your company choosing the best innovation ideas? *mit sloan management review*, summer 2011, 47–52.
12. reitzig, m. and sorensen, o. (2013) biases in the selection stage of bottom-up strategy formulation. *strategic management journal*, 34, 782–799.
13. rietzschel, e.f., nijstad, b.a., and stroebe, w. (2010) the selection of creative ideas after individual idea generation: choosing between creativity and impact. *british journal of psychology*, 101, 1, 47–68.

سنتر نانوذرات مگنتیت به عنوان حامل دارویی برای ارسال کنترل‌ی ۵- فلونئورواوراسیل

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۰/۲۵

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۶

کد مقاله: ۲۴۱۷۹

ثریا جوهری^۱، مهدی فرامرزی^{۲*}

چکیده

در این پژوهش سنتر نانوذرات مگنتیت به عنوان حامل دارویی برای ارسال کنترل‌ی ۵- فلونئورواوراسیل مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت. جهت انجام آزمایش‌ها مربوط به بارگیری FU-۵ بر روی نانوحامل، pH=۷/۵ انتخاب شد. دمای تغییر فاز (LCST) پلیمر هوشمند PVCL در سطح نانوحامل حدود 34 °C است. لذا ظرفیت بارگیری (q) در دمای 25 °C در غلظت 1300 µg mL-۱ از داروی FU-۵ با pH=۷/۵ برابر با $q = 2/87 \text{ mg mg}^{-1}$ بدست آمد. نتایج نشان می‌دهد که بارگیری FU-۵ بر روی GO-MNP-COOH-PVCL بر اساس فرضیه‌های ایزوترم لانگمویر رخ می‌دهد. که حداکثر جذب داروی FU-۵ توسط نانوحامل $q_m = 125/112 \text{ mg mg}^{-1}$ در pH=۷/۵ و دمای 25 °C است. رفتار آزادسازی GO-MNP-COOH-PVCL بارگیری شده با FU-۵ در محلول‌های بافر با pH=۴/۵، pH=۵/۵ (اندوسوم و لیزوزوم) و دمای 37 °C مورد بررسی قرار گرفت. در طی ۴۸ ساعت انکوباسیون ۹۸٪ از داروی بارگیری شده آزاد شده است و رهایش دارو مطابق مدل ریتز-پپاس می‌باشد. در ۶ ساعت اولیه رهایش ۳۶٪ دارو از نانوحامل کروی آزاد شده است. بعد الگوی رهاسازی آهسته‌ای تا ۴۸ ساعت مشاهده می‌شود بدین ترتیب شاهد کنترل خوبی در رهایش دارو در محیط اسیدی هستیم. از برازش معادله ریتز-پپاس با داده‌های رهایش FU-۵ مقدار ضریب همبستگی رگرسیون غیرخطی برای همه آزمایش‌ها $R^2 = 0/9872$ بدست آمد و نشان می‌دهد که مدل ریتز-پپاس مطابقت خوبی با داده‌های آزمایشگاهی آزادسازی FU-۵ دارد. بر اساس قانون دوم فیک در مختصات دکارتی ضریب نفوذ FU-۵ را در شرایط محیط تومور محاسبه شد.

واژگان کلیدی: نانوذرات مگنتیت، گرافن اکسید، حامل دارویی، ۵- فلونئورواوراسیل

۱- گروه مهندسی شیمی، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران.

۲- گروه مهندسی شیمی، واحد گچساران، دانشگاه آزاد اسلامی، گچساران، ایران (مسئول مکاتبات) (faramarzi.iaug@gmail.com)

۱- مقدمه

سیستم‌های دارورسانی بر پایه فناوری نانو به سبب تغییر فارموکنتیک دارو، افزایش مدت زمان حضور دارو در جریان خون، کاهش سمیت و افزایش نیمه عمر دارو موجب بهبود چشمگیر در درمان‌های دارویی شده‌اند. تمام این ویژگی‌ها از انتقال هدفمند دارو میسر می‌شود که در این بین نقش نانوذرات مغناطیسی به عنوان حامل‌های دارورسانی به خاطر داشتن ویژگی‌های منحصر به فرد علاوه بر ویژگی‌های معمول در سایر نانومواد پررنگ‌تر است [۱]. نانوذرات مغناطیسی که بخش بزرگی از نانومواد را به خود اختصاص می‌دهند پتانسیل انقلاب در بخش تشخیص و درمان‌های کلینیکی به سبب خواص منحصر به فرد از جمله مومنتوم تشدید شده مغناطیسی و سوپر پارا مغناطیسی و قدرت برهم کنش‌های زیستی در سطوح سلولی و ملکولی را دارا می‌باشند [۲]. داروی ۵-فلوئورووراسیل یک دارو برای مهار و کنترل برخی از سرطان‌ها می‌باشد که با نام تجاری Aducil شناخته می‌شود. ۵-فلوئورووراسیل و ۵-FU نام دیگر برای فلوئورووراسیل هستند. ۵-فلوئورووراسیل متعلق به رده ایی از شیمی درمانی به نام آنتی بیوتیک‌ها می‌باشد. اثر آنتی بیوتیک‌ها بسیار شبیه به مواد طبیعی داخل سلول می‌باشد. هنگامی که این مواد با سلول‌های متابولیسم ترکیب می‌شوند، دیگر آن‌ها قادر به تقسیم نمی‌باشند. آنتی بیوتیک‌ها چرخه سلول خاص هستند. آن‌ها به سلول در مراحل بسیار خاص در چرخه سلول حمله می‌کنند. آنتی بیوتیک‌ها مطابق با مواد تداخلی آن‌ها طبقه‌بندی می‌شوند. فلوئورووراسیل از سد خونی - مغزی عبور می‌کند. متابولیسم دارو کبدی و سریع است. نیمه عمر تزریق وریدی در فاز آلفا ۲۰-۱۰ دقیقه و در فاز بتا ۲۰ ساعت می‌باشد. دفع آن عمدتاً از طریق ریه‌ها (۸۰-۶۰ درصد) و کلیه‌ها (۲۰-۷ درصد) می‌باشد. این دارو بسیار سمی است و به محض بروز اولین علائم مسمومیت مثل اسهال، کاهش سلول‌های خون، زخم و خونریزی گوارشی، ازوفاگوفارنژیت، خونریزی در هر عضوی، استئوماتیت و استفراغ جهنده مصرف دارو باید قطع گردد. با این وجود می‌توان مصرف دارو را با مقدار مصرف کمتر بعد از برطرف شدن این علائم مجدداً از سر گرفت [۳]. در این پژوهش سعی بر آن است که سنتز نانوذرات مگنتیت متصل به گرافن اکساید عامل‌دار شده با کربوکسیل به عنوان حامل دارویی برای ارسال کنترل‌ی ۵-فلوئورووراسیل بصورت آزمایشگاهی مورد مطالعه و بررسی قرار گیرد.

۲- روش تحقیق

۲-۱- تجهیزات

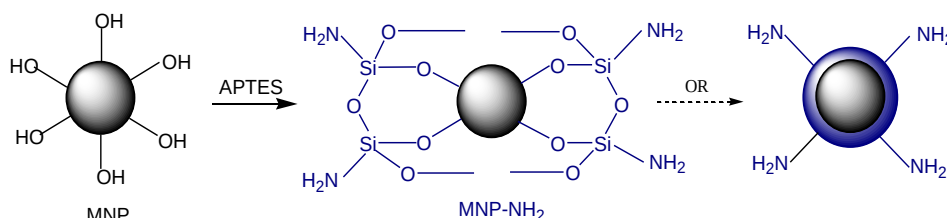
طیف مادون قرمز نانوذرات سنتز شده در ناحیه $4000-400\text{cm}^{-1}$ توسط طیف سنج FT-IR (مدل Perkin-Elmer, 10.03.07, USA) ثبت شد. از یک دستگاه کالریمتری روبشی تفاضلی (Bäher, DSC602, Germany) برای تعیین دمای تغییر فاز نانوحامل استفاده گردید. خاصیت مغناطیسی نانوحامل با استفاده از مغناطیس‌سنج نمونه ارتعاشی، بررسی شد (4 VSM, in. Daghigh Meghnatis Kashan Co., Kashan, Iran). مورفولوژی نانوحامل توسط میکروسکوپ الکترونی عبوری (TEM, Zeiss, Em-10C-100KV, Germany) بررسی شد. توزیع اندازه ذرات با استفاده از دستگاه پراکنش نور دینامیک (DLS, Malvern Zetasizer, ZEN 3600, England) بررسی شد. از یک دستگاه اسپکتروفتومتر مدل Shimatzu, HANNA, Weilheium 211, Japan برای تعیین غلظت ۵-فلوئورووراسیل استفاده شد. از یک دستگاه pH سنج، مدل HANNA, Weilheium 211, Japan برای اندازه‌گیری pH استفاده شد. از یک دستگاه هیتراسیتر مدل Specification, FINEPCR, Korea برای تنظیم دما استفاده شد.

۲-۲- مواد و معرف‌های آزمایشگاهی

تمام مواد شیمیایی مورد استفاده، از گرید معرف آزمایشگاهی با بالاترین خلوص از شرکت مرک آلمان خریداری شده‌اند. از آب دیونیزه در سرتاسر کار استفاده شد. تمام شیشه‌افزارها در داخل اسید نیتریک جهت شویش برای ۱۲ ساعت خیسانده شد، و سپس با استفاده از آب دیونیزه بطور کامل شست و شو داده شد. محلول استوک داروی ۵-فلوئورووراسیل (5-FU) با غلظت mg L^{-1} ۱۰۰۱ از حل کردن ۵ mg دارو در ۵۰ mL آب دیونیزه تهیه شد. محلول‌های ۲۰ mL با غلظت‌های $\mu\text{g mL}^{-1}$ ۱۰۰، ۲۰۰، ۴۰۰، ۶۰۰، ۸۰۰، ۱۰۰۰ از استوک 5-FU در $\text{pH}=3-8$ ساخته شدند. جهت تنظیم pH محلول‌ها از مجیک بافر استفاده شد استفاده شد. برای تهیه مجیک بافر ۱/۴۳۸ mL اسید استیک، ۱/۶۷۵ mL اسید فسفریک و ۱/۲۳۶ g اسید بوریک در یک بالن توسط آب دیونیزه به حجم ۵۰۰ mL رسید. سپس تحت همزدن با مگنت و اضافه کردن سود ۰/۲ نرمال به بشر حاوی محلول مجیک بافر و قرائت pH متر بافرهایی با $\text{pH}=3-8$ تهیه گردید.

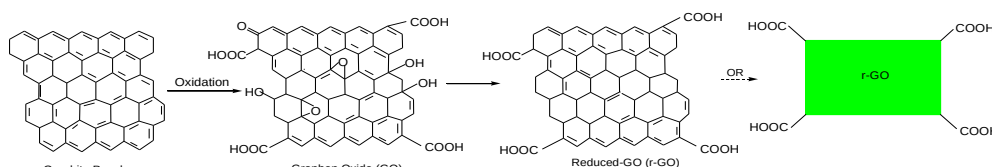
۳-۲- ساخت نانوحامل هوشمند MNP-GO-COOH

(۱) تهیه نانوذرات MNP-NH₂: ابتدا آمینو پروپیل تری اتوکسی سیلان (APTES) به صورت شیمیایی به سطح نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن (MNP) پیوند زده شد. بدین منظور ۳ mg MNP به مخلوطی از ۴۷/۵ mL تولوئن خشک و APTES ۲/۵ mL در دمای ۶۵ °C اضافه گردید و به مدت ۷۲ ساعت تحت رفلکس و همزدن با مگنت قرار گرفت. فاز جامد (MNP-NH₂) با تخلیه مغناطیسی جدا گردید سپس با تولوئن خشک شسته شد و در دسیکاتور خلاء خشک گردید [۴].



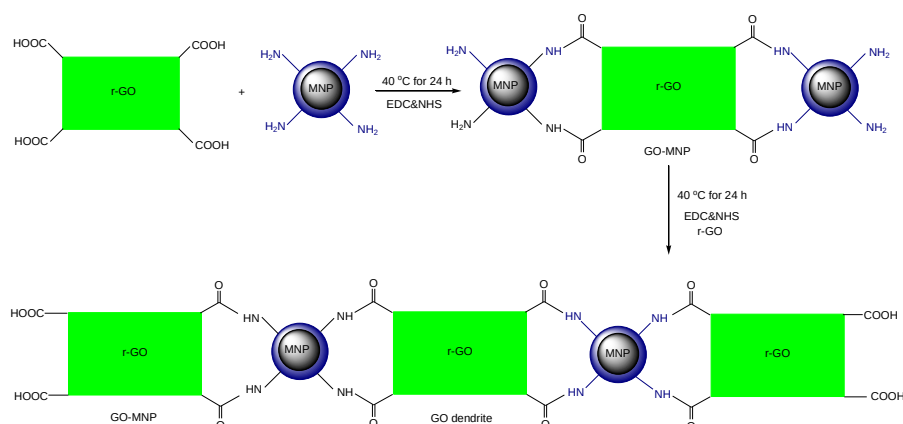
شکل (۱): مسیر واکنش برای تهیه نانوذرات MNP-NH₂

(۲) تهیه نانوذرات گرافن اکساید کاهش یافته (r-GO): به منظور تهیه r-GO، نانوذرات گرافن اکساید (GO) به روش هامر سنتز شد [۵]. ابتدا ۳ گرم پودر گرافیت به H₂SO₄ ۱۵۰ mL اضافه گردید و به مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۵۰ °C همزده شد. سپس ۱۸g KMnO₄ به مدت ۱ ساعت و به آرامی به مخلوط اضافه شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ذکر شده تحت رفلکس و همزدن با مگنت قرار گرفت. سپس در دمای محیط خنک شد و ۴۵۰ mL آب دیونیزه به آن اضافه گردید و ۱۵ دقیقه همزده شد. در ادامه ۱۵۰ mL محلول ۳۷ درصد وزنی آب اکسیژنه سریعاً به محلول اضافه شد و به مدت ۱۵ دقیقه همزده شد. محصول (GO) توسط سانتریفیوژ جدا شد و خشک گردید. سپس ۱ g GO در ۱۰ mL DMF پراکنده شد و با ۲ mL هیدرازین به مدت ۲۴ ساعت رفلکس گردید. گرافن اکساید کاهش یافته (r-GO) توسط سانتریفیوژ جدا شد و در دمای محیط تحت خلاء خشک گردید.



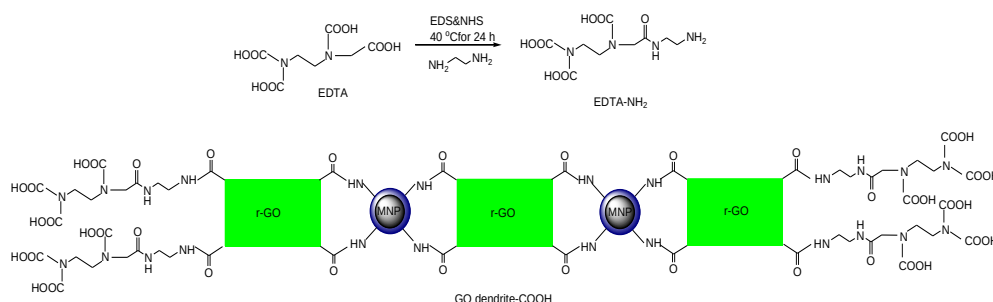
شکل (۲): تهیه نانوذرات گرافن اکساید کاهش یافته (r-GO)

(۳) پیوند MNP-NH₂ با r-GO: پیوند MNP-NH₂ با r-GO از طریق واکنش آمیدی بین گروه‌های کربوکسیل گرافن اکساید و گروه‌های آمین MNP-NH₂ انجام شد. ابتدا ۱ g GO در ۲۰ mL بافر با pH=۵/۵ پراکنده شد. سپس یک محلول ۰/۰۳ مولار از ۱-اتیل-۳-(۳-دی متیل آمینو)-پروپیل-کربو دیامید (EDC) و ۰/۰۶ مولار از N-هیدروکسی سوکسین ایمید (NHS) به عنوان فعال کننده گروه کربوکسیل اضافه گردید. و pH مخلوط با اضافه کردن NaOH یک مولار در مقدار ۸/۲ تنظیم شد. مخلوط به مدت ۱ ساعت تحت همزدن قرار گرفت و سپس ۱ g GO اضافه شد و مخلوط در دمای ۴۰ °C به مدت ۲۴ ساعت تحت لرزش قرار گرفت. محصول (MNP-GO) با تخلیه مغناطیسی جدا شد و سپس با آب دیونیزه شسته شد و در دمای اتاق در دسیکاتور خلاء خشک گردید [۶]. جهت اضافه کردن یک لایه دیگر از r-GO واکنش آمیدی بین گروه‌های کربوکسیل r-GO و آمین MNP-GO تکرار شد. محصول (GO dendrite) با تخلیه مغناطیسی جمع آوری گردید.



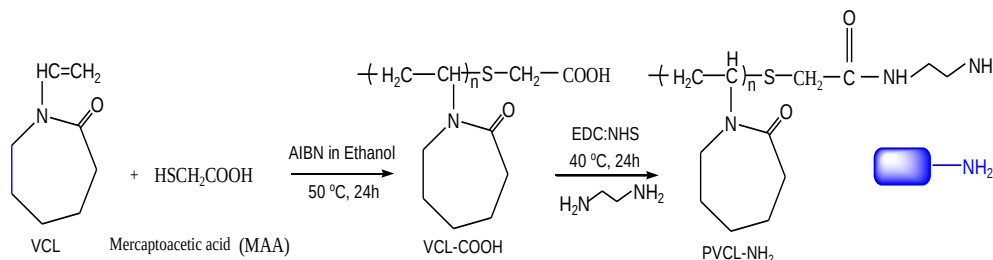
شکل (۳): پیوند NH₂-MNP با r-GO و تشکیل GO dendrite

(۴) اتصال EDTA با GO dendrite: برای اتصال EDTA به GO dendrite، ابتدا EDTA توسط واکنش آمیدی مطابق شکل زیر به اتیلن دی آمین متصل شد. بدین منظور EDTA ۱g در ۲۰ mL بافر با pH=۵/۵ پراکنده شد. در ادامه یک محلول ۰/۰۵ مولار از ۱-اتیل-۳-(۳-دی متیل آمینو)-پروپیل) کربو دیامید (EDC) و ۰/۰۵ مولار از N-هیدروکسی سوکسین ایمید (NHS) به عنوان فعال کننده گروه کربوکسیل اضافه گردید. pH مخلوط با اضافه کردن NaOH یک مولار در مقدار ۸/۲ تنظیم شد. مخلوط به مدت ۱ ساعت تحت همزدن قرار گرفت و سپس ۱g اتیلن دی آمین اضافه شد و مخلوط در دمای ۴۰ °C به مدت ۲۴ ساعت تحت لرزش قرار گرفت. محصول (EDTA-NH₂) با سانتریفیوژ جدا شد و سپس با آب دیونیزه شسته شد و در دمای اتاق خشک گردید. در آخر GO dendrite از طریق واکنش آمیدی به EDTA-NH₂ متصل شد و نانوذرات GO dendrite-EDTA سنتز گردید. شکل (۴) مراحل سنتز را نشان می‌دهد.



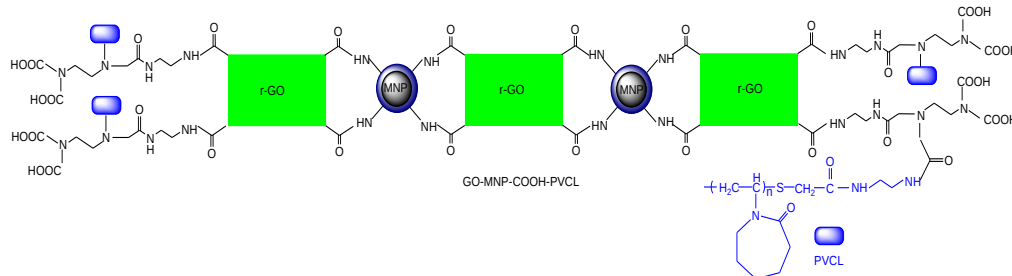
شکل (۴): مراحل سنتز نانوحامل (GO dendrite-EDTA)

(۵) تهیه پلی(وینیل کاپرولاکتام) با انتهای آمین (PVCL-NH₂): ۱ مول وینیل کاپرولاکتام (VCL) به عنوان پلیمر حساس به دما به همراه ۰/۰۵ مول AIBN به عنوان شروع کننده پلیمریزاسیون و ۰/۰۵ مول مراپتو استیک اسید (MAA) به عنوان عامل انتقال زنجیره پلیمری در اتانول تهیه شد. فرایند پلیمریزاسیون تحت اتمسفر نیتروژن در دمای ۵۰ °C طی مدت ۲۴ ساعت انجام گرفت. محصول (VCL-COOH) توسط رسوب دهی با دی اتیل اتر و فیلتراسیون جدا شد. سه مرتبه با اتانول شستشو داده شد و در دمای ۴۰ °C خشک گردید و در دسیکاتور خلاء نگهداری شد. در آخر به منظور تهیه PVCL-NH₂ اتیلن دی آمین توسط یک واکنش آمیدی به VCL-COOH متصل گردید [۷]. شکل (۵) مسیر تهیه PVCL-NH₂ را نشان می دهد.



شکل (۵): تهیه PVCL-NH₂

٦) تهیه نانوحامل هوشمند MNP-GO-COOH: به منظور تهیه نانوحامل هوشمند، پلی ونیل کاپرولاکتام عامل دار شده با آمین (PVCL-NH₂) با یک واکنش آمیدی مطابق روش های قبلی به نانوذرات GO-dendrite-COOH متصل گردید. شکل (٦) ساختار نانوحامل هوشمند MNP-GO-COOH-PVCL را نشان می دهد.



شکل (٦): ساختار نانوحامل هوشمند (GO-MNP-COOH)

٢-٤- نقطه بار صفر (pH_{pzc}) نانوحامل

نقطه بار صفر^١ (pH_{pzc}) نانوحامل کروی با روش افزودن نمک^٢ در دمای اتاق تعیین گردید. در این روش ٠/١ M NaNO₃ با ٤٠ mL با ٤٠ mg SNC در چندین بشر با هم مخلوط شدند. pH اولیه محلول ها با استفاده از محلول های ٠/١ M NaOH ٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩ و ١٠ تنظیم شد. بشرها با پارافیلیم پوشانده شد و به آرامی به مدت ٢٤ ساعت تحت لرزش قرار گرفت. بعد از ته نشینی pH نهایی هر سوسپانسیون اندازه گیری شد. تفاوت بین pH اولیه و نهایی (pH_i-pH_f) برحسب pH اولیه رسم گردید. pH اولیه ای که در آن (pH_i-pH_f) برابر صفر شود، pH_{pzc} خواهد بود [٨].

٢-٥- بارگیری دارو

بارگیری داروی 5-FU بر روی نانو حامل تهیه شده به روش جذب سطحی ناپیوسته مورد بررسی قرار گرفت. ابتدا ٢٠ mg حامل به تعدادی بشر اضافه گردید. در ادامه ٢٠ mL از محلول 5-FU با غلظت های اولیه ١٠، ٢٠، ٤٠، ١٠٠، ٢٠٠، ٤٠٠^١ در pH=٧/٥ جداگانه به هر یک از بشر ها اضافه گردید. بعد از اضافه کردن 5-FU به نانوحامل روی هر یک از بشرها با پارافیلیم پوشانده شد و به مدت ٢٤ h در حمام پارافین ٢٥ °C تحت همزدن با مگنت قرار گرفتند. بعد از گذشت در آخر فاز جامد با تخلیه مغناطیسی جدا شد و غلظت 5-FU در فاز مایع (C_f) توسط دستگاه طیف سنج نوری در طول موج ٢٦٥ nm مشخص گردید. مقدار بارگیری 5-FU در هر میلی گرم از نانوحامل، (q (μg mg⁻¹) از رابطه زیر به دست آمد:

$$q = (C_i - C_f) \frac{V}{M} \quad (١)$$

که در آن C_f و C_i به ترتیب غلظت اولیه و غلظت نهایی داروی ٥ - فلوئوراوراسیل در فاز مایع برحسب μg mL⁻¹ می باشند. V حجم فاز مایع برحسب mL و M جرم نانوحامل مورد استفاده برحسب mg است. جهت تشخیص مکانیسم بارگیری 5-FU، ایزوترم های لانگمویر (معادله (٢)) و فرندلیچ (معادله (٣)) و به روش رگرسیون غیر خطی با داده های آزمایشگاهی (C_f , q) مورد ارزیابی قرار گرفتند [٩]:

$$q = \frac{q_m k_L C_f}{1 + k_L C_f} \quad (٢)$$

$$q = k_F C_f^{1/n} \quad (٣)$$

مدل لانگمویر نشان دهنده جذب تک لایه (ایجاد پیوندهای سطحی همگن) است. (q_m (μg mg⁻¹) حداکثر ظرفیت جذب و k_L ثابت لانگمویر برحسب (L mg⁻¹) است. مدل فرندلیچ نشان دهنده جذب چند لایه (ایجاد پیوندهای سطحی ناهمگن) است. ضریب ثابت k_L برحسب [(μg mg⁻¹)(mL μg⁻¹)]^{1/n} و ١/n فاکتور ناهمگنی می باشد [١٠]. مطالعه ترمودینامیک جذب سطحی 5-FU، آنتالپی (ΔH)، آنتروپی (ΔS)، انرژی آزاد گیبس (ΔG) و گرمای ایزواستریک جذب (ΔH_X) بررسی می شوند. انرژی آزاد گیبس به صورت زیر تعریف می شود [٦]:

$$\Delta G = -RT \ln k_D \quad (٤)$$

که در آن R ثابت عمومی گازها و T دما می باشد. k_D ضریب توزیع و معرف ثابت تعادل است. ثابت تعادل به صورت زیر بیان می شود:

1- Point of Zero Charge
2- Salt addition method

$$k_D = \frac{q}{C_f} \quad (5)$$

q و C_f همان تعریف قبلی را دارند. انرژی آزاد گیبس با رابطه زیر به آنتالپی و آنتروپی مرتبط می‌شود:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S \quad (6)$$

از ترکیب روابط (۵) و (۶) معادله وانت-هوف به فرم زیر بدست می‌آید [۶]:

$$\ln k_D = \frac{\Delta S}{R} - \frac{\Delta H}{RT} \quad (7)$$

آنتالپی برحسب kJ mol^{-1} و آنتروپی برحسب $\text{J mol}^{-1} \text{K}^{-1}$ با استفاده از شیب و عرض از مبدأ $\ln k_D$ برحسب $1/T$ بدست می‌آید. برای جذب سطحی گرماگیر علامت ΔH باید مثبت و برای جذب سطحی گرمازا علامت آن باید منفی باشد. مقادیر منفی ΔG امکانپذیر بودن و خودبخودی بودن ماهیت جذب سطحی را تایید می‌کند. مقدار مثبت ΔS تمایل جاذب به جذب شونده و افزایش بی نظمی در سطح جامد-محلول در طی جذب سطحی را منعکس می‌کند. جهت تشخیص ماهیت فیزیکی یا شیمیایی فرایند بارگیری دارو بر روی نانوحامل، معادله کلاسیوس-کلاپیرون مورد بررسی قرار خواهد گرفت [۹]:

$$\frac{d(\ln C_f)}{dT} = -\frac{\Delta H_x}{RT^2} \quad (8)$$

ΔH_x ، گرمای ایزواستریک جذب سطحی می‌باشد. مقادیر ΔH_x از شیب نمودار $\ln C_f$ بر حسب $1/T$ تعیین می‌گردد. برای جذب فیزیکی ΔH_x باید کمتر از 80 kJ mol^{-1} و برای جذب شیمیایی باید بین $400-80 \text{ kJ mol}^{-1}$ باشد.

۲-۶- رهایش دارو

آزاد سازی داروی ۵ - فلوئورو اوراسیل از نانوحامل در شرایط برون تنی به صورت زیر بررسی شد. ابتدا نانوحامل بارگیری شده با 5-FU به ۱۰ عدد بشر منتقل شد. در ادامه به هر یک از میکروتیوپ‌ها ۲۰ mL محلول بافر با $\text{pH}=5/5$ اضافه گردید و روی آن‌ها با پارافیلیم پوشانده شد. سپس در حمام پارافین 37°C تحت همزدن با مگنت به آرامی پراکنده شدند. در زمان‌های مختلف (۱، ۳، ۶، ۱۲، ۱۸، ۲۴، ۳۰، ۳۶، ۴۲، ۴۸ h) فاز جامد با تخلیه مغناطیسی خارج و 5-FU موجود در فاز مایع توسط دستگاه طیف‌سنج نوری تعیین مقدار گردید. میزان آزاد سازی داروی 5-FU از نانوحامل به صورت زیر بررسی شد:

$$F = \frac{C_t}{C_0} = \frac{M_t}{M_0} \quad (9)$$

که در آن F رهایش جزئی^۱ (جزئی از جرم M_0 که در زمان t از نانوحامل آزاد شده است) و M_0 جرم ۵ - فلوئورو اوراسیل در نانوحامل در لحظه $t=0$ است. M_t جرم داروی آزاد شده در محیط رهایش در زمان t است. جهت بدست آوردن مدل سینتیکی آزاد سازی دارو از نانوحامل در محیط رهایش داده‌های آزمایشگاهی رهایش دارو با مدل سینتیکی ریتز-پیپاس (معادله (۱۰)) مورد ارزیابی قرار گرفت [۱۱]:

$$\text{Ritger - Peppas model: } F = kt^n \quad (10)$$

k ثابت معادله، n بیانگر مکانیسم آزاد سازی دارو و t زمان رهایش می‌باشد. با استفاده از آنالیز رگرسیون غیرخطی، مقدارهای ضرایب معادله و مقدار ضریب همبستگی (R^2) محاسبه می‌گردد. هرچه R^2 به یک نزدیک‌تر باشد، انطباق آزاد سازی فرم دارویی مورد نظر بیشتر می‌شود. چنانچه مقدار n برابر $0/5$ باشد معرف نفوذ فیکین بوده و مقدار $n=1$ نشان دهنده رهایش تحت کنترل آسایش^۲ است. زمانیکه مقدار n بین $0/5$ و ۱ باشد نیز شاهد انتقال غیر عادی^۳ (غیر-فیکین) هستیم.

۲-۷- مطالعات انتقال جرم

مطالعات انتقال جرم برای درک چگونگی جابه جایی دارو در طول و یا خارج از حامل آن و در طول محیط اطراف لازم است. انتقال جرم، تمایل یک جزء در یک مخلوط را از ناحیه ای با غلظت بالا (یعنی منبع) به ناحیه ای با غلظت کم توصیف می‌کند. این جابه جایی می‌تواند در نتیجه ی انتقال مولکولی جرم، به صورت نفوذ (که به موجب آن حرکت در طول یک محیط راکد صورت می‌گیرد) و یا انتقال جرم همرفتی توسط حرکت توده ای سیال (که به موجب آن، انتقال با جریان سیال افزایش می‌یابد) صورت بگیرد. انتقال جرم در حالت غیر یکنواخت زمانی که تغییرات غلظت در موضعی خاص درون سیستم با زمان دیده شود، مطرح

1 Fractional release

2 Relaxation-controlled release

3 Anomalous transport

خواهد شد. بحث حاضر مربوط به نانوحامل مسطح بعنوان یک تیغه جامد بسیار کوچک است که با توجه به جامد بودن می‌توان از هرگونه حرکت درونی آن صرف نظر نمود. لذا مکانیسم انتقال جرم، نفوذ مولکولی خواهد بود. با توجه به جذب سطحی فیزیکی و عدم واکنش شیمیایی در سطح نانوحامل معادله دیفرانسیل غلظت دارو در حامل با مختصات دکارتی (x,y,z) را می‌توان با قانون دوم فیک شرح داد [۱۲]:

$$\frac{\partial C}{\partial t} = D \frac{\partial^2 C}{\partial x^2} \quad (۱۱)$$

که در آن D ($\text{nm}^2 \text{h}^{-1}$) ضریب نفوذ، C ($\mu\text{g mL}^{-1}$) غلظت دارو در حامل، x (nm) فاصله محوری و t (h^{-1}) زمان است، شرایط اولیه و مرزی برای حل معادله در زیر نشان داده شده است.

$$\text{IC: } t = 0, \quad C = C_0$$

$$\text{BC1: } x = 0, \quad \frac{\partial C}{\partial x} = 0 \quad (۱۲)$$

$$\text{BC2: } x = L, \quad C = 0$$

که در آن L ضخامت حامل و C_0 غلظت اولیه دارو در حامل است. با حل معادله با استفاده از روش جداسازی متغیرها و شرایط مرزی موجود، توزیع غلظت دارو در حامل حاصل می‌شود:

$$C = \frac{4C_0}{\pi} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{(-1)^n}{2n+1} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D t}{4L^2}} \cos \frac{(2n+1)\pi x}{2L} \quad (۱۳)$$

مقدار $5 -$ فلوئوروآوراسیل آزاد شده M_t (μg) از حامل در زمان t به صورت زیر بیان می‌شود:

$$M_t = -S \int_0^L D \left(\frac{\partial C}{\partial x} \right)_{x=L} dt = M_0 - \frac{8}{\pi^2} M_0 \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D t}{4L^2}} \quad (۱۴)$$

که در آن S (nm^2) مساحت مقطع عرضی حامل و $M_0 = C_0 SL$ جرم $5 -$ فلوئوروآوراسیل موجود در حامل در لحظه $t=0$ است. جزء جرمی $5 -$ فلوئوروآوراسیل آزادشده در زمان t از کل مقدار موجود در زمان $t=0$ می‌توان به فرم زیر نشان داد:

$$F = 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 D t}{4L^2}} \quad (۱۵)$$

از این راه حل می‌توان رهایش جزئی (F) در هر زمان را محاسبه کرد. چون محاسبه سری نامتناهی فوق خسته کننده است، می‌توان دو تقریب برای زمان تماس کوتاه و زمان تماس طولانی به کار برد. برای زمان تماس کوتاه نتیجه می‌شود:

$$F = 2 \sqrt{\frac{Dt}{\pi L^2}} = mt^{1/2} \quad 0 \leq F \leq 0.4 \quad (۱۶)$$

با آنالیز رگراسیون غیرخطی و محاسبه ضریب ثابت (m) معادله، می‌توان ضریب نفوذ را برای تقریب زمان تماس کوتاه از عبارت $D = \frac{1}{4} m^2 \pi L^2$ به دست آورد. برای زمان تماس طولانی داریم:

$$F = 1 - \frac{8}{\pi^2} e^{-\frac{\pi^2 D}{4L^2} t} = 1 - 0.811 e^{-mt} \quad 0.4 \leq F \leq 1 \quad (۱۷-۳)$$

با آنالیز رگراسیون غیرخطی و محاسبه ضریب ثابت معادله (m)، می‌توان ضریب نفوذ را برای تقریب زمان تماس کوتاه از عبارت $D = -\frac{4L^2 m}{\pi^2}$ به دست آورد. نرخ انتقال جرم معمولاً با عدد بدون بعد شروع توصیف می‌شود.

$$\text{عدد شروع} = \frac{\text{فلاکس جرمی}}{\text{فلاکس مشخصه نفوذ در فصل مشترک}} \quad (۱۸)$$

با توجه به فلاکس نفوذی جرمی ($\frac{\mu\text{g}}{\text{nm}^2 \cdot \text{h}}$) عدد شروع جرمی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Sh} = \frac{N}{D(C_0 - C_s)} \quad (۱۹)$$

که در آن R شعاع نانوحامل است. با جایگذاری $C_0 = \frac{M_0}{SL}$ و $C_s = 0$ در معادله بالا خواهیم داشت:

$$\text{Sh} = \frac{NL}{D \left(\frac{M_0}{SL} \right)} \quad (۲۰)$$

فلاکس جرمی N ($\frac{\mu g}{nm^2 \cdot h}$) در فاصله زمانی t با معادله زیر داده می شود:

$$N = \frac{M_t}{S \cdot t} \quad (21)$$

ترکیب روابط (۲۰) و (۲۱) و تعریف $Fo = \frac{Dt}{L^2}$ نتیجه می دهد:

$$Sh = \frac{F}{Fo} \quad (22)$$

معادله فوق به شکل بدون بعد است و اعداد شروع در محیط رهایش را بدست می دهد. Fo عدد فوریه برای انتقال جرم است. ترکیب روابطه (۱۵) با (۲۲) نتیجه می دهد:

$$Sh = \frac{1}{Fo} \left\{ 1 - \frac{8}{\pi^2} \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{(2n+1)^2} e^{-\frac{(2n+1)^2 \pi^2 Fo}{4}} \right\} \quad (23)$$

در زمان های کوتاه معادله (۲۳) را می توان به شکل زیر خلاصه کرد:

$$Sh = 1.128 Fo^{-1/2} \quad (24)$$

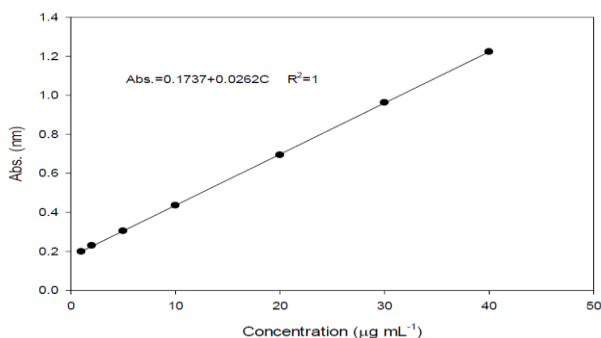
همچنین برای تقریب زمان طولانی معادله زیر حاصل می شود:

$$Sh = \frac{1}{Fo} (1 - 0.810 e^{-2.467 Fo}) \quad (25)$$

با محاسبه ضریب نفوذ از روابط (۱۶) و (۲۱) می توان عدد فوریه را بدست آورد. نهایتاً با استفاده از معادلات (۲۴) و (۲۵) رهایش دارو مورد مطالعه قرار خواهد گرفت.

۳- نتایج و بحث

۳-۱- نمودار استاندارد داروی 5-FU

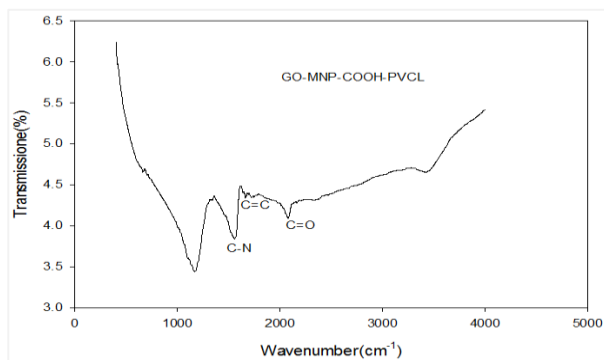


شکل (۷): نمودار استاندارد داروی 5-FU، جذب برحسب غلظت

در شکل (۷)، نمودار استاندارد رسم شده است. با توجه به نمودار استاندارد، غلظت داروی 5-FU با جذب رابطه خطی دارد و از قانون بیر لامبرت پیروی می کند. بنابراین می توان غلظت دارو را در هر آزمایش از رابطه $C_f = \frac{A_f}{A_s} \times C_s$ بدست آورد. به طوریکه A_s و C_s به ترتیب میزان جذب و غلظت نمونه استاندارد هستند و A_f و C_f میزان جذب و غلظت دارو در هر آزمایش می باشند.

۳-۲- مشخصه یابی نانوحامل MNP-GO-COOH-PVCL

الف- بررسی آنالیز FT-IR

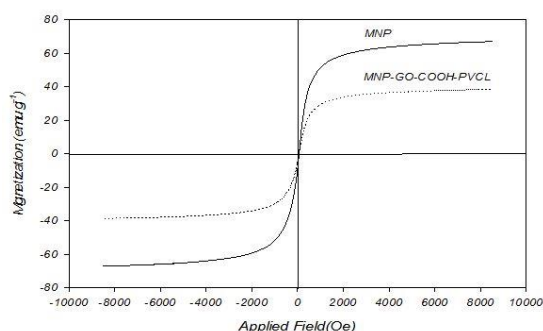


شکل (۸): طیف FTIR مربوط به سنتز نانوحام هوشمند GO-MNP-COOH-PVCL

ساختار نانوذرات سنتز شده در هر مرحله از ساخت MNP-GO-COOH-PVCL توسط دستگاه طیف سنجی مادون قرمز (FT-IR) مشخصه یابی شد. در شکل (۸) پیک های cm^{-1} 13432 و cm^{-1} 1609 به ترتیب مربوط به پیوندهای هیدروکسیل (OH^-) و $Fe-O$ در ساختار MNP هستند. پیک های cm^{-1} 1095، cm^{-1} 1570 و cm^{-1} 2980 به پیوندهای $Si-O$ و $C-H$ و گروه NH_2^- در ساختار MNP- NH_2 می باشند. بر اساس نتایج فوق، می توان نتیجه گیری کرد که روش ساخت GO-MNP-COOH-PVCL با موفقیت انجام شده است.

همچنین هیچ تغییری در فاز کریستالی MNP ایجاد نشده و خواص مغناطیسی آن حفظ شده است.

ب- بررسی خاصیت مغناطیسی GO-MNP-COOH-PVCL توسط آنالیز VSM

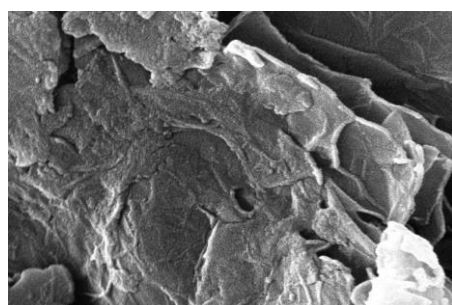


شکل (۹): الگوی VSM برای MNP و GO-MNP-COOH-PVCL

این عکس العمل مغناطیسی نشانگر مناسب بودن نانوحامل مورد نظر در سوسپانسیونهای آبی می باشد که می تواند در فرمولاسیون تزریقی دارو مورد استفاده قرار گیرد. بعلاوه نانوحامل سنتز شده با خاصیت سوپراپارامغناطیس می تواند در حضور میدان مغناطیسی خارجی در تومورهای خاص هدف گیری شود.

ج- ساختار GO-MNP-COOH-PVCL

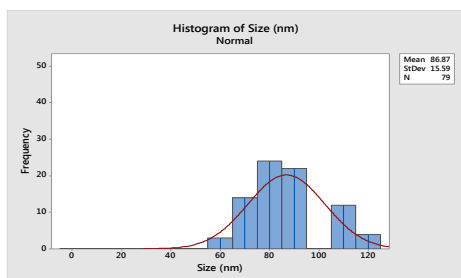
تصویر FE-SEM در شکل (۱۰) نشان می دهد که GO-MNP-COOH-PVCL صورت آگلومره در آمده است و سطح آن ورقه ای و غیر یکنواخت می باشد.



شکل (۱۰): تصاویر FE-SEM از GO-MNP-COOH-PVCL

د- اندازه هیدرودینامیک GO-MNP-COOH-PVCL توسط آنالیز DLS

منحنی توزیع اندازه هیدرودینامیک نانوحامل در شکل (۱۱) نشان داده شده است. با توجه به نتایج DLS، اندازه متوسط نانوجاذب ۸۶/۸۷ nm است.



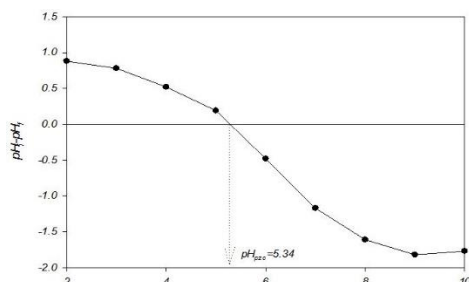
شکل (۱۱): منحنی توزیع اندازه هیدرودینامیک GO-MNP-COOH-PVCL

ه- بررسی بار سطح نانوحامل GO-MNP-COOH-PVCL

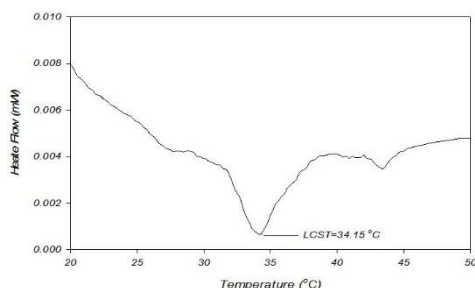
نقطه بار الکتریکی صفر (pH_{pzc}) با پدیده جذب سطحی در ارتباط است و شرایطی را توصیف می کند که دانسیته بار الکتریکی سطح برابر صفر می باشد. نوع بار سطحی به pH محلول وابسته است. بار سطحی جاذبها در $pH < pH_{pzc}$ مثبت بوده و آنیون ها را جذب می کنند. اما در $pH > pH_{pzc}$ ، بار سطحی منفی است و برای جذب کاتیون ها مناسب می باشد. شکل (۱۲) نشان می دهد که برای نانوحامل، مقدار صفر ($pH_i - pH_f$) در $pH_i = 5/34$ قرار می گیرد، که بعنوان نقطه بار صفر بشمار می آید.

و- بررسی دمای تغییر فاز GO-MNP-COOH-PVCL توسط آنالیز DSC

دمای تغییر فاز (LCST) در نانوحامل توسط دستگاه DSC تعیین گردید. این مقدار طبق شکل (۱۳) حدود $34/15^\circ C$ بدست آمد. نتیجه فوق حاکی از آن است که سطح MNP-GO-COOH با موفقیت توسط پلیمر حساس به دما (ونیل کاپرو لاکتام) متصل شده است.



شکل (۱۲): نقطه بار الکتریکی صفر نانوحامل کروی

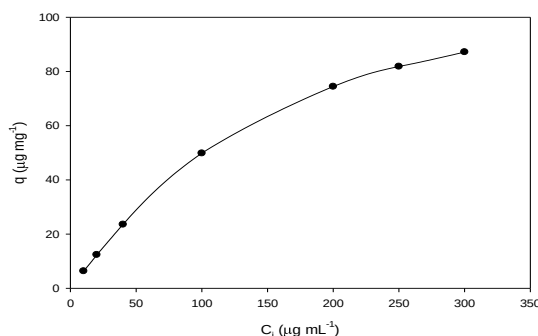


شکل (۱۳): دمای تغییر فاز GO-MNP-COOH-PVCL

به خاطر حضور ونیل کاپرو لاکتام در دماهای بالاتر از ۳۴/۱۵ °C در نتیجه باعث آزاد سازی دارو می شود. این نتیجه مشخص می کند که GO-MNP-COOH-PVCL می تواند جهت رهایش کنترل شده دارو مورد استفاده قرار بگیرد.

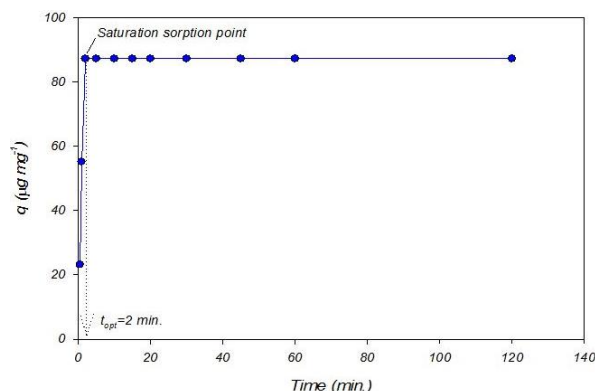
ز- بارگیری داروی 5-FU بر روی نانوحامل GO-MNP-COOH-PVCL

بر اساس داده های ChemAxon داروی 5-FU دارای $pK_a=9/46$ است. در pH کوچکتر از ۹ 5-FU کاتیونی می شود از طرف دیگر، بار الکتریکی سطح GO-MNP-COOH-PVCL در $pH > 5/34$ ($pH_{pzc}=5/34$) منفی است، و نیروی جاذبه الکترواستاتیکی باعث بارگیری 5-FU با بار مثبت خواهد شد. از طرف دیگر در $pH < 5/34$ ، بار الکتریکی سطح GO-MNP-COOH-PVCL مثبت است. بنابراین نیروی دافعه الکترواستاتیکی باعث بارگیری پایین 5-FU خواهد شد. بنابراین جهت انجام آزمایش ها مربوط به بارگیری 5-FU بر روی نانوحامل، $pH=7/5$ انتخاب شد. در این pH، 5-FU به صورت یک گونه کاتیونی فعال موجود می باشد. از طرفی GO-MNP-COOH-PVCL به صورت آنیونی در این pH وجود دارد. در نتیجه جاذبه الکترواستاتیک قوی بین 5-FU کاتیونی و نانوحامل آنیونی ایجاد می شود و شرایط بهینه ای را برای بارگیری ایجاد می کند. از طرفی دمای تغییر فاز (LCST) پلیمر هوشمند PVCL در سطح نانوحامل حدود ۳۴ °C است. در دماهای کمتر از LCST نانوحامل منبسط شده و تعداد بیشتری گروه عاملی در دسترس دارو خواهند بود در نتیجه به بارگیری بهتر دارو منجر می شود. در دماهای بالاتر از LCST بارگیری دارو کاهش خواهد یافت که مربوط به چروک شدن گروه های عاملی نانوحامل توسط PVCL می باشد در نتیجه باعث کاهش دسترسی گروه های عاملی GO-MNP-COOH-PVCL به 5-FU می شود. بنابراین برای انجام آزمایش ها بارگیری دمای ۲۵ °C انتخاب شد. ظرفیت بارگیری (q) در دمای ۲۵ °C در محدوده غلظت $10-300 \mu g mL^{-1}$ از داروی 5-FU با $pH=7/5$ نیز مورد مطالعه قرار گرفت. همان طور که شکل (۱۴) نشان می دهد، GO-MNP-COOH-PVCL توانایی بارگیری داروی 5-FU را در غلظت های مختلف دارد اما میزان بارگیری متفاوت است. بیشترین مقدار بارگیری $q=87/2 \mu g mg^{-1}$ در غلظت $300 \mu g mL^{-1}$ بدست آمد.



شکل (۱۴): بارگیری داروی 5-FU در غلظت های مختلف

بارگیری 5-FU در دمای ۲۵ °C، $pH=7/5$ و غلظت $300 \mu g mL^{-1}$ از دارو در زمان های مختلف مورد نیز مورد بررسی قرار گرفت. شکل (۱۵) نشان می دهد حداکثر بارگیری 5-FU بر روی GO-MNP-COOH-PVCL در ۲ دقیقه اول انجام می شود، زیرا در ابتدا مکان های جذب بیشتر در دسترس هستند و 5-FU به راحتی روی این مکان ها جذب می شود و پس از آن GO-MNP-COOH-PVCL اشباع می شود و نمی تواند دارو را بارگیری نماید. این نتایج نشان می دهد که GO-MNP-COOH-PVCL سنتز شده در حداقل زمان، بیشترین میزان بارگیری را داشته است. بنابراین نیازی به مدت زمان طولانی تماس برای برهم کنش نانوحامل و داروی 5-FU وجود ندارد.



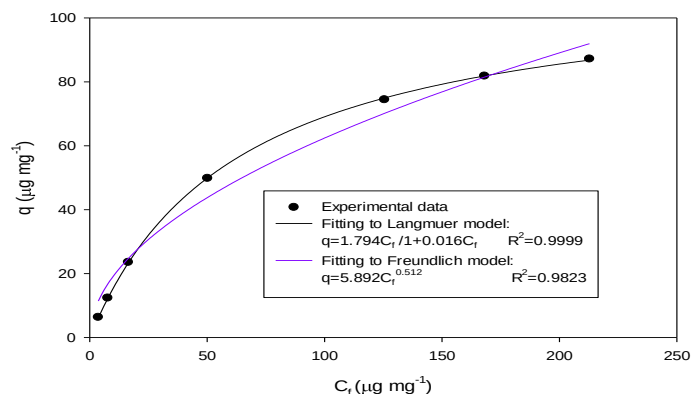
شکل (۱۵): بارگیری دارو در زمان‌های مختلف

به منظور مطالعه ترمودینامیک و مکانیسم فرآیند جذب سطحی 5-FU داده‌های آزمایشگاهی (q و C_f) در محدوده غلظت $10-300 \mu\text{g mL}^{-1}$ و $\text{pH}=7/5$ با تغییر دمای فرآیند بین $25-45^\circ\text{C}$ با مدل وانت هوف رگرسیون خطی مورد ارزیابی قرار گرفت و نتایج آن در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱) پارامترهای ترمودینامیکی برای جذب سطحی 5-FU بر روی نانوحامل در دماهای مختلف

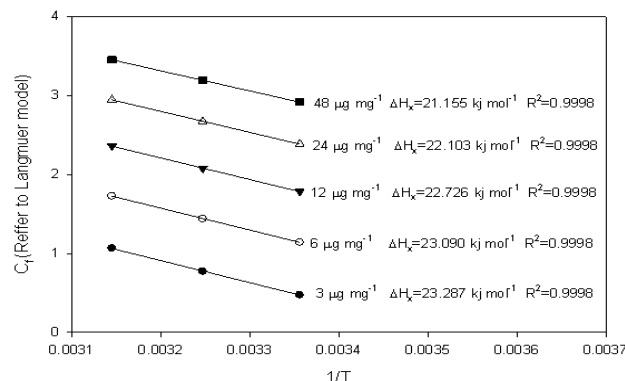
T (K)	K_D (mL/mg)	K_D (mL/mol)	$\ln K$	ΔG (kJ/mol)	ΔH (kJ/mol)	ΔS (J/mol K)	R^2
298	0.409774	56170.6504	10.93615	-27.0951	-14.4941	42.32329	0.999969
308	0.343701	47113.4651	10.76031	-26.6595			
318	0.283543	38867.26	10.56791	-26.1828			

مقادیر ΔH و ΔS به ترتیب از شیب و عرض از مبدا $\ln K_D$ vs. $1/T$ بدست آمدند. مقادیر منفی برای ΔH نشان می‌دهد که فرآیند بارگیری دارو به روش جذب سطحی گرمازا است. مقادیر ΔG در تمام دماها منفی بود که امکانپذیر بودن فرآیند جذب سطحی و ماهیت خودبخودی بارگیری 5-FU بر روی نانو حامل را تایید کرد. کاهش مقادیر ΔG با افزایش دما نشان داد که تمایل 5-FU به GO-MNP-COOH-PVCL در دمای پایین بیشتر می‌باشد. مقدار مثبت ΔS تمایل GO-MNP-COOH-PVCL به داروی 5-FU و افزایش بی‌نظمی در سیستم محلول-جامد را منعکس می‌کند. به منظور مطالعه مکانیسم جذب سطحی ایزوترم‌های فرندلیچ و لانگمویر با داده‌های تعادلی آزمایشگاهی جذب سطحی 5-FU در دماهای مختلف برازش شدند. شکل (۱۶) نشان می‌دهد که بارگیری 5-FU بر روی GO-MNP-COOH-PVCL بر اساس فرضیه‌های ایزوترم لانگمویر رخ می‌دهد. بنابراین، بر اساس روش رگرسیون غیرخطی، فرآیند جذب سطحی مورد مطالعه ناشی از پوشش تک لایه 5-FU بر روی GO-MNP-COOH-PVCL می‌باشد. ظرفیت بارگیری بالای GO-MNP-COOH-PVCL نشان می‌دهد که جذب سطحی 5-FU در تعداد زیادی از محل‌های همگن در داخل نانوحامل روی می‌دهد. طبق نتایج بدست آمده، معلوم شد که حداکثر جذب داروی 5-FU توسط نانوحامل $q_m=112/125 \mu\text{g mg}^{-1}$ در $\text{pH}=7/5$ و دمای 25°C است.



شکل (۱۶): تطابق مدل‌های ایزوترم با داده‌های آزمایشگاهی جذب سطحی 5-FU در دمای 25°C

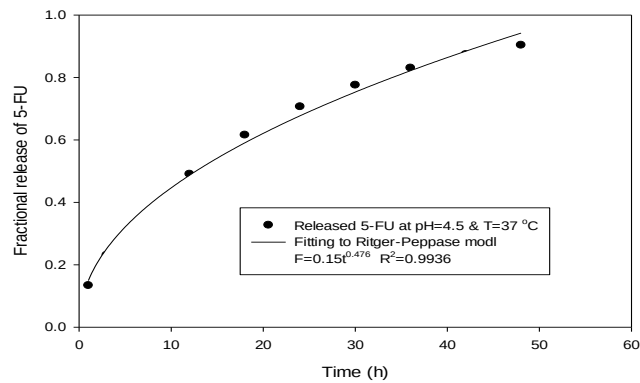
جهت تشخیص ماهیت فیزیکی یا شیمیایی فرآیند جذب سطحی 5-FU بر روی نانوحامل مدل کلاسیوس-کلاپیرون مورد استفاده قرار گرفت. بدین منظور ابتدا غلظت C_f در دماهای مختلف از مدل لانگمویر در مقادیر ثابت 5-FU جذب سطحی شده ($q=3, 6, 12, 24, 48 \mu\text{g mg}^{-1}$) محاسبه گردید. سپس مقادیر گرمای ایزواستریک جذب، ΔH_x ، از شیب نمودار $\ln C_e$ نسبت به $1/T$ به دست آمدند. شکل (۱۷-۴) نشان می دهد که مقادیر ΔH_x کوچکتر از 80 kJ mol^{-1} می باشد. بنابراین فرآیند جذب سطحی 5-FU بر روی GO-MNP-COOH-PVCL به صورت جذب سطحی فیزیکی می باشد.



شکل (۱۷): نمودارهای $\ln C_f$ بر حسب $1/T$ برای محاسبه گرمای ایزواستریک

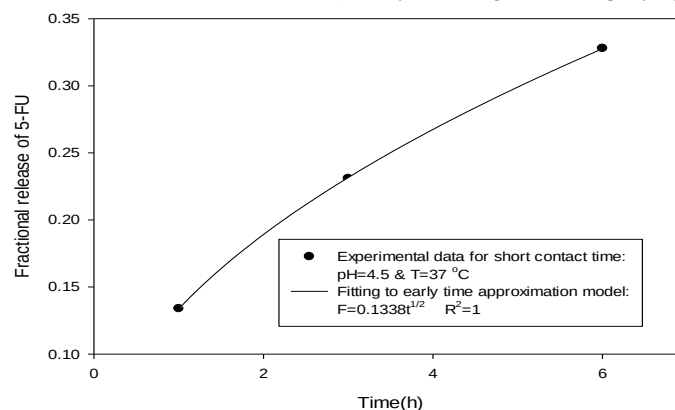
ح- آزادسازی 5-FU از GO-MNP-COOH-PVCL و مطالعات انتقال جرم

شرایط بهینه برای بارگیری 5-FU در $\text{pH}=7/5$ است که مشابه pH فیزیولوژیکی خون است. از طرفی بارگیری در محیط اسیدی کاهش می یابد. دفع سطحی حساس به pH در نانوحامل سنتز شده این امکان را بوجود می آورد که داروی 5-FU در بافت های هدفی که سطح pH در آن ها پایین تر از مقادیر فیزیولوژیکی است ($7/4$)، رها گردد، که از آنجمله می توان به محیط اسیدی سلول های تومور اشاره کرد. بر این اساس رفتار آزادسازی MNP-GO-COOH-PVCL بارگیری شده با 5-FU در محلول های بافر با $\text{pH}=4/5$ ، $\text{pH}=5/5$ (اندوسوم و لیزوزوم) و دمای 37°C ($T > \text{LCST}$) مورد بررسی قرار گرفت. مطابق شکل (۱۸) در طی ۴۸ ساعت انکوباسیون $90/4\%$ از داروی بارگیری شده آزاد شده است و رهایش دارو مطابق مدل ریتز-پیاس می باشد. در ۶ ساعت اولیه رهایش $32/8\%$ دارو از نانوحامل کروی آزاد شده است. بعد الگوی رهاسازی آهسته ای تا ۴۸ ساعت مشاهده می شود بدین ترتیب شاهد کنترل خوبی در رهایش دارو در محیط اسیدی هستیم. در دماهای بالاتر از LCST نانوحامل سنتز شده، (دمای بدن 37°C) سطح نانوحامل که شامل PVCL است چروکیده یا فشرده می شوند لذا میزان رهایش 5-FU افزایش خواهد یافت شکل (۱۸) و بدین ترتیب شاهد کنترل خوبی در رهایش دارو هستیم. عدم هرگونه رهایش سریع حاکی از برهم کنش ایده آل بین GO-MNP-COOH-PVCL و 5-FU است که می توان از این خاصیت برای مصارف آهسته رهش دارو استفاده نمود. از طرفی GO-MNP-COOH-PVCL سنتز شده شامل نانوذرات مغناطیسی اکسید آهن می باشد که می تواند در حضور میدان مغناطیسی خارجی، در تومورهای خاص هدف گیری شوند. علاوه بر حرارت درمانی در محدوده دمایی $41-47^\circ\text{C}$ به تومور حرارت داده می شود که منجر به مرگ تدریجی سلول های سرطانی می شود. بنابراین می توان نتیجه گرفت که نانوحامل GO-MNP-COOH-PVCL سنتز شده با خاصیت سوپراپارامغناطیس، کنترل خوبی بر رهایش دارو در دمای بدن و محیط اندوسوم و لیزوزوم تومور دارد که می توان از این خاصیت برای مصارف دارورسانی هدفمند، آهسته رهش و حرارت درمانی استفاده نمود. می توان نتیجه گرفت GO-MNP-COOH-PVCL به pH و دما حساس است و تغییرات pH و دما بر رهایش دارو موثر است. نتایج فوق بدین معنی است که نانوحامل دارای ظرفیت خوبی در حمل دارو بوده و رهاسازی 5-FU از آن نیز تحت کنترل دما و pH می باشد. آزمایش مشابهی برای $\text{pH}=5/5$ انجام گرفت که میزان آزادسازی حدود 28% کمتر بود. از برازش معادله ریتز-پیاس با داده های رهایش 5-FU مقدار ضریب همبستگی رگرسیون غیرخطی برای همه آزمایش ها $R^2=0/9872$ بدست آمد و نشان می دهد که مدل ریتز-پیاس مطابقت خوبی با داده های آزمایشگاهی آزادسازی 5-FU دارد. همچنین مقدار n برابر $0/476$ بدست آمد که نشان می دهد رهایش 5-FU در محیط لیزوزوم تحت کنترل نفوذ فیکین می باشد. از طرف دیگر، خاصیت سوپر پارامغناطیس GO-MNP-COOH-PVCL، امکان تحویل هدفمند دارو را به بافت های مورد نظر با میدان مغناطیسی خارجی، فراهم می نماید. این نتایج، پس از انجام آزمون های زیست سازگاری در شرایط برون تنی و درون تنی، می تواند نویدبخش ساخت حامل های هوشمند مغناطیسی دارو برای درمان سرطان باشد.

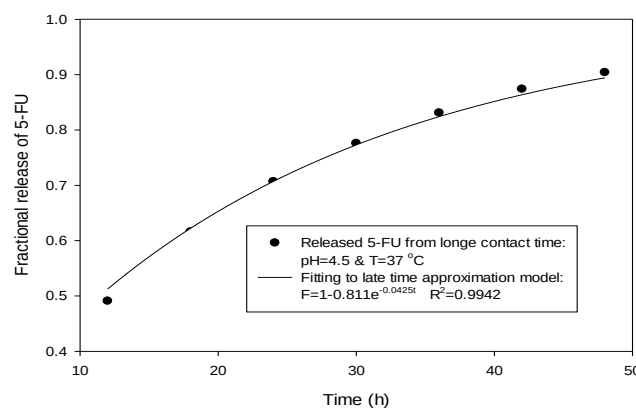


شکل (۱۸): رهایش 5-FU در محیط اسیدی مشابه تومور

بر اساس نتایج حاصل آنالیز FE-SEM که نانوحامل سنتز شده دارای ساختار ورقه ای است، از طرفی مطالعات ترمودینامیکی نشان داد فرآیند بارگیری 5-FU به صورت جذب سطحی فیزیکی می باشد که عدم هر نوع واکنش شیمیایی در سطح نانوحامل را تایید می کند. بنابراین می توان بر اساس قانون دوم فیک در مختصات (x,y,z) ضریب نفوذ 5-FU را در شرایط محیط تومور محاسبه کرد. بدین منظور با تقریب زمان تماس کوتاه و زمان تماس طولانی داده های آزمایشگاهی رهایش 5-FU با معادلات (۱۶) و (۱۷) برازش شدند. برای محاسبه ضریب نفوذ، مقدار $L=86/87 \text{ nm}$ از آنالیز DLS به دست آمد. مطابق شکل های (۱۹) و (۲۰) برای زمان تماس کوتاه ضریب نفوذ $1.06/106 \text{ nm}^2/\text{h}$ و برای زمان تماس طولانی $129/983 \text{ nm}^2/\text{h}$ محاسبه شد. طبق تعریف عدد شرود ($Sh=k_c d/D$) با افزایش ضریب نفوذ (D) عدد شرود کاهش و با کاهش ضریب نفوذ عدد شرود افزایش می یابد ($Sh \propto \frac{1}{D}$). مقدار ضریب نفوذ بدست آمده از تقریب زمان طولانی نسبت به زمان کوتاه بزرگتر است. این نتیجه نشان می دهد که نرخ آزاد سازی 5-FU در شرایط زمان کوتاه سریع تر است. به عبارت دیگر در شرایط زمان تماس کوتاه شاهد رهایش سریع دارو هستیم و در شرایط زمان تماس طولانی شاهد رهایش آهسته دارو هستیم.

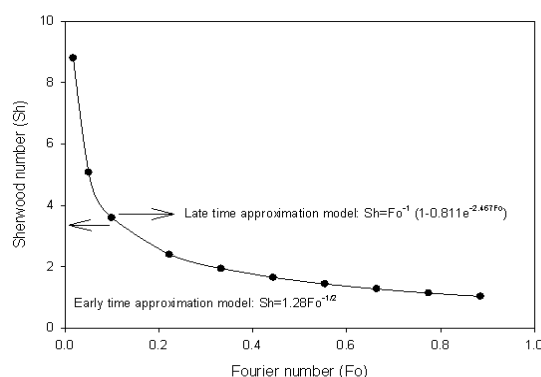


شکل (۱۹): آنالیز رگراسیون غیرخطی برای محاسبه ضریب نفوذ 5-FU با تقریب زمان تماس کوتاه



شکل (۲۰): آنالیز رگراسیون غیرخطی برای محاسبه ضریب نفوذ 5-FU با تقریب زمان تماس طولانی

شکل (۲۱) تغییرات عدد شرود را برحسب عدد فوریه برای زمان تماس کوتاه و طولانی و ناحیه اعتبار آن‌ها را نشان می‌دهد. همانطور که مشاهده می‌شود با افزایش عدد فوریه، عدد شرود کاهش می‌یابد بدین معنی که با افزایش زمان، انتقال جرم با سرعت پایینی انجام می‌شود. نتایج فوق نشان می‌دهند که سرعت آزادسازی دارو آهسته می‌باشد و در محیط شبیه سازی شده تومور به صورت آهسته رهش می‌باشد.



شکل (۲۱): تغییرات عدد شرود برحسب عدد فوریه در محیط رهش دارو برای زمان کوتاه

۴- نتیجه‌گیری

به طور کلی یک سیستم دارورسانی هدفمند شامل یک دارو، یک حامل و یک لیگاند هدف‌گذاری شده است. رفتار بیولوژیک حامل و لیگاند تعیین کننده چگونگی جذب، توزیع، متابولیسم و جذب سلولی است. به همین دلیل ساخت موفق یک حامل و یک لیگاند هدف گذاری شده باعث رساندن دارو به سلول هدف درست می‌شود. در این پژوهش سنتز نانوذرات مگنتیت متصل به گرافن اکساید عامل‌دار شده با کربوکسیل به عنوان حامل دارویی برای ارسال کنترل‌ی ۵-فلوئورواوراسیل مورد مطالعه و بررسی قرار گرفته است و نتایج زیر حاصل بدست آمده است:

- در pH کوچکتر از ۹ 5-FU کاتیونی می‌شود از طرف دیگر، بار الکتریکی سطح GO-MNP-COOH-PVCL در $pH > 5/34$ ($pH_{pzc} = 5/34$) منفی است، و نیروی جاذبه الکترواستاتیکی باعث بارگیری 5-FU با بار مثبت خواهد شد. از طرف دیگر در $pH < 5/34$ ، بار الکتریکی سطح GO-MNP-COOH-PVCL مثبت است. بنابراین نیروی دافعه الکترواستاتیکی باعث بارگیری پایین 5-FU خواهد شد. بنابراین جهت انجام آزمایش‌ها مربوط به بارگیری 5-FU بر روی نانوحامل، $pH = 7/5$ انتخاب شد.

- دمای تغییر فاز (LCST) پلیمر هوشمند PVCL در سطح نانوحامل حدود $34^{\circ}C$ است. در دماهای کمتر از LCST نانوحامل منبسط شده و تعداد بیشتری گروه عاملی در دسترس دارو خواهند بود در نتیجه به بارگیری بهتر دارو منجر می‌شود. در دماهای بالاتر از LCST بارگیری دارو کاهش خواهد یافت که مربوط به چروک شدن گروه‌های عاملی نانوحامل توسط PVCL می‌باشد در نتیجه باعث کاهش دسترسی گروه‌های عاملی GO-MNP-COOH-PVCL به 5-FU می‌شود. بنابراین برای انجام آزمایش‌ها بارگیری دمای $25^{\circ}C$ انتخاب شد.

- ظرفیت بارگیری (q) در دمای $25^{\circ}C$ در غلظت $300 \mu g mL^{-1}$ از داروی 5-FU با $pH = 7/5$ برابر با $q = 87/2 \mu g mg^{-1}$ بدست آمد.

- نتایج نشان می‌دهد که GO-MNP-COOH-PVCL سنتز شده در حداقل زمان، بیشترین میزان بارگیری را داشته است. بنابراین نیازی به مدت زمان طولانی تماس برای برهم کنش نانوحامل و داروی 5-FU وجود ندارد.

- مقادیر ΔH و ΔS به ترتیب از شیب و عرض از مبدا $\ln k_D$ vs. $1/T$ بدست آمدند. مقادیر منفی برای ΔH نشان می‌دهد که فرآیند بارگیری دارو به روش جذب سطحی گرمازا است. مقادیر ΔG در تمام دماها منفی بود که امکان‌پذیر بودن فرآیند جذب سطحی و ماهیت خودبخودی بارگیری 5-FU بر روی نانوحامل را تایید کرد. کاهش مقادیر ΔG با افزایش دما نشان داد که تمایل GO-MNP-COOH-PVCL در دمای پایین بیشتر می‌باشد. مقدار مثبت ΔS تمایل GO-MNP-COOH-PVCL به داروی 5-FU و افزایش بی نظمی در سیستم محلول - جامد را منعکس می‌کند.

- به منظور مطالعه مکانیسم جذب سطحی ایزوترم‌های فرندلیچ و لانگمویر با داده‌های تعادلی آزمایشگاهی جذب سطحی 5-FU در دماهای مختلف برآزش شدند. نتایج نشان می‌دهد که بارگیری 5-FU بر روی GO-MNP-COOH-PVCL بر اساس فرضیه‌های ایزوترم لانگمویر رخ می‌دهد. که حداکثر جذب داروی 5-FU توسط نانوحامل $q_m = 112/125 \mu g mg^{-1}$ در $pH = 7/5$ و دمای $25^{\circ}C$ است.

- جهت تشخیص ماهیت فیزیکی یا شیمیایی فرآیند جذب سطحی 5-FU بر روی نانوحامل مدل کلاسیوس-کلاپیرون مورد استفاده قرار گرفت. نتایج نشان داد که فرآیند جذب سطحی 5-FU بر روی GO-MNP-COOH-PVCL به صورت جذب سطحی فیزیکی می باشد.

- رفتار آزادسازی GO-MNP-COOH-PVCL بارگیری شده با 5-FU در محلول های بافر با pH=4/5, pH=5/5 (اندوسوم و لیزوزوم) و دمای °C 37 مورد بررسی قرار گرفت. در طی 48 ساعت انکوباسیون 90/4% از داروی بارگیری شده آزاد شده است و رهایش دارو مطابق مدل ریتز- پیاس می باشد. در 6 ساعت اولیه رهایش 32/8% دارو از نانوحامل کروی آزاد شده است. بعد الگوی رهاسازی آهسته ای تا 48 ساعت مشاهده می شود بدین ترتیب شاهد کنترل خوبی در رهایش دارو در محیط اسیدی هستیم. در دماهای بالاتر از LCST (°C 34/15) نانوحامل سنتز شده، سطح نانوحامل که شامل PVCL است چروکیده یا فشرده می شوند لذا میزان رهایش 5-FU افزایش خواهد یافت. می توان نتیجه گرفت GO-MNP-COOH-PVCL به pH و دما حساس است و تغییرات pH و دما بر رهایش دارو موثر است. نتایج فوق بدین معنی است که نانوحامل دارای ظرفیت خوبی در حمل دارو بوده و رهاسازی 5-FU از آن نیز تحت کنترل دما و pH می باشد.

- از برازش معادله ریتز- پیاس با داده های رهایش 5-FU مقدار ضریب همبستگی رگرسیون غیرخطی برای همه آزمایش ها $R^2=0/9946$ بدست آمد و نشان می دهد که مدل ریتز- پیاس مطابقت خوبی با داده های آزمایشگاهی آزادسازی 5-FU دارد.

- بر اساس قانون دوم فیک در مختصات دکارتی ضریب نفوذ 5-FU در شرایط محیط تومور محاسبه شد. بدین منظور با تقریب زمان تماس کوتاه و زمان تماس طولانی داده های آزمایشگاهی رهایش 5-FU برازش شدند. نتایج نشان داد که نرخ آزاد سازی 5-FU در شرایط زمان کوتاه سریع تر است. به عبارت دیگر در شرایط زمان تماس کوتاه شاهد رهایش سریع دارو هستیم و در شرایط زمان تماس طولانی شاهد رهایش آهسته دارو هستیم.

- در محدوده اعتبار بین داده های آزمایشگاهی و مدل ریاضی بدست آمده همپوشانی خوبی وجود دارد. همچنین با افزایش عدد فوریه، عدد شرود کاهش می یابد بدین معنی که با افزایش زمان، انتقال جرم با سرعت پایینی انجام می شود. نتایج فوق نشان می دهند که رهایش دارو به صورت آهسته رهش می باشد.

منابع

- [1] Kim, J. Eun, Shin, J. Young, Cho, M. Haing. (2012). Magnetic nanoparticles: an update of application for drug delivery and possible toxic effects. *Archives of Toxicology*, 86(5), pp. 685-700.
- [2] Sun, J.S.H. J.S. Lee, Zhang.H. (2008). Magnetic nanoparticles in MR imaging and drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews* 60, pp. 44.
- [3] Moore, A.Y. (2009). Clinical applications for topical 5-fluorouracil in the treatment of dermatological disorders. *The Journal of dermatological treatment*. 20 (6), pp.328-330.
- [4] Heidarinassab, A. A. Panahi, H. Faramarzi, M. Farjadian, F. (2016). Synthesis of thermosensitive magnetic nanocarrier for controlled sorafenib delivery, *Materials Science and Engineering* ., 67, pp. 42-50.
- [5] Roy, E. Patra, S. Kumar, D. Madhuri, R. P. Sharma. K. (2015). Multifunctional magnetic reduced graphene oxide dendrites: Synthesis, characterization and their applications, *Biosensors and Bioelectronics*., 68, pp.726-735.
- [6] Raji, F. Saraeian, A. Pakizeh M. and Attarzadeh. F. (2015). Removal of Pb(II) from aqueous solution by mesoporous silica MCM-41 modified by ZnCl₂: kinetics, thermodynamics, and isotherms, 5, pp. 37066.
- [7] Anirudhan, T.S. Radhakrishnan. P.G. (2008). Thermodynamics and kinetics of adsorption of Cu (II) from aqueous solutions onto a new cation exchanger derived from tamarind fruit shell; *J. Chem. Thermodynamics* 40, pp. 702-709.
- [8] Mahmood, T. M. Saddique, T. Naeem, A. Westerhoff, P. Mustafa S. and Alum A.. (2011). Comparison of Different Methods for the Point of Zero Charge Determination of NiO, *Industrial & Engineering Chemistry Research*., 50, pp. 10017-10023.
- [9] Chowdhury, S. Mishra, R. Saha, P. Kushwaha. P. (2011). Adsorption thermodynamics, kinetics and isosteric heat of adsorption of malachite green onto chemically modified rice
- [10] Farjadian, F. Ahmadpour, P. Samani, S. M. Hosseini., M (2015). Controlled size synthesis and application of nanosphere MCM-41 as potent adsorber of drugs: A novel approach to new antidote agent for intoxication, *Microporous and Mesoporous Materials* 213, pp. 30-39.

- [11] Sudha C. Angadi, Lata S. Manjeshwar, and Tejraj M. Aminabhavi. (2011). Stearic Acid-Coated Chitosan-Based Interpenetrating Polymer Network Microspheres: Controlled Release Characteristics; *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 50, pp. 4504–4514.
- [12] Rebecca A. Bader, David A. Putnam. (2013). Engineering Polymer Systems for *Improved Drug Delivery*, pp. 55.

مروری بر گسیختگی پیشرونده ساختمان‌های فولادی

تاریخ دریافت: ۹۸/۰۷/۲۳

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۱/۲۱

کد مقاله: ۲۶۶۲۴

مهران بی‌ریا^۱

چکیده

گسیختگی پیشرونده سازه‌های ساختمانی عموماً با یک گسیختگی محلی در اثر کنش‌های تصادفی آغاز شده و تأثیر آن به صورت زنجیری بر سازه‌ها ادامه می‌یابد که ممکن است منتج به گسیختگی در حد وسیع و یا فروریختگی کل ساختمان شود. موضوع گسیختگی پیشرونده سازه‌های ساختمانی به‌طور وسیعی در سال‌های گذشته مورد توجه مهندسين و محققين قرار گرفته است. مقاله حاضر بررسی‌های اخیر انجام شده بر روی این موضوع را از نقطه نظر مطالعه آزمایشگاهی، شبیه‌سازی عددی و تحلیل‌های نظری مورد مقایسه و ارزیابی قرار داده است. به علت محدودیت در هزینه‌ها و سختی‌های تست‌های آزمایشگاهی این مطالعات مکانیزم گسیختگی از قبیل تنش-کرنش و آسیب-گسیختگی مصالح را اساساً از طریق نمونه‌های مقیاس شده کوچک مؤلفه‌های سازه‌ای و زیر سازه‌ای مورد بررسی قرار می‌دهند. به عبارتی دیگر رفتار گسیختگی کلی سازه‌های ساختمانی بیشتر از طریق روش‌های عددی مانند روش اجزاء محدود مورد تحلیل قرار می‌گیرد. علاوه بر این نیاز مقاومت در برابر گسیختگی و ارزیابی پایداری سازه‌های ساختمانی به‌طور عمیق در مدل‌های ساده‌سازی شده به‌طور نظری مطالعه می‌شود.

واژگان کلیدی: گسیختگی پیشرونده، شبیه‌سازی عددی، مکانیزم، اجزاء محدود، مطالعه آزمایشگاهی، تحلیل نظری

۱- مقدمه

با توجه به محدود شدن فضاهای شهری و در پی آن نیاز به ایجاد ساختمان‌های بلند جهت بهره‌وری مناسب و لازم به نظر می‌رسد که ایمنی و سطح لازمه آن از موارد بسیار مهم در صنعت ساختمان می‌باشد. گسیختگی پیشرونده یک ساختمان با یک رخداد غیرقابل انتظار آغاز می‌شود که منجر به آسیب محلی شده و در پی انتشار آن در سرتاسر سیستم سازه‌ای منجر به آسیب نهایی در مقیاس بزرگ و یا فروریختگی کلی سازه می‌گردد. یک گسیختگی پیشرونده می‌تواند با یک کنش تصادفی شامل خطر آتش، انفجار گاز، حمله تروریستی، برخورد وسایل نقلیه، خطاهای طراحی و ساختمانی و فرسایش محیطی آغاز شود. با توسعه صنعت، ساختمان‌های چند منظوره و با پیچیدگی بالا بیشتر معمول شده و در نتیجه ایمنی و پایداری بیشتر از پیش مورد توجه قرار گرفته است. از این رو به نظر می‌رسد توجه به موضوع گسیختگی پیشرونده و بررسی‌های انجام شده در مورد آن و جمع‌آوری مطالب مفید و سودمند در قالب مقالات مروری که بتواند به لحاظ طراحی و دید مهندسی گزینه‌های مناسب تحلیل و طراحی را در بر داشته باشد بسیار حائز اهمیت است. در مقاله مروری حاضر که در بر گرفته از مقالات و بررسی‌های انجام شده اخیر متعدد بر روی موضوع فوق می‌باشد روش‌های تحلیل، آئین نامه‌های طراحی و پارامترهای مختلف موضوع که در بررسی‌ها بر روی آن‌ها کار شده است در قالب مروری بر نوشته‌های ارائه شده و در پایان به بحث و اظهار نظر پرداخته و نتیجه‌گیری شده است.

۲. آئین نامه‌ها و دستورالعمل‌ها

پس از فروریختگی سازه‌های مهمی چون ساختمان مرکز تجارت جهانی (WTC) نیاز به تدوین و تکامل آئین نامه‌های طراحی جدید با در نظر گرفتن موضوع مقاومت ساختمان‌ها در برابر گسیختگی پیشرونده بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت. بررسی‌ها و مطالعات زیادی بر روی مدل‌های مقیاس شده به صورت آزمایشگاهی و عددی انجام شده و سعی شد تا نتایج منطقی به صورت نظری و رهنمودهایی در اختیار مهندسين و طراحان قرار گیرد. معمول‌ترین توصیه‌ها و پیشنهادها در آمریکا و در تفسیر ASCE7 ارائه شد که شامل موضوعاتی از قبیل طرح‌بندی پلان، سیستم‌های یکپارچه اتصالات، تغییر جهت‌های دهانه دال‌های طبقات، پارتیشن‌های داخلی باربر و تسلیحات کافی برای انفجار و بارهای معکوس و غیره می‌باشد. استاندارد انگلیسی (BS) و Eurocode 1 یک روش مبتنی بر در نظر گرفتن یک نیروی اتصال اضافی جهت پایداری پیوستگی در هر حادثه بارگذاری غیرعادی را ارائه کردند. در کل می‌توان بیان داشت که دو روند طراحی عمومی جهت گسیختگی پیشرونده در بررسی‌های گذشته در آئین نامه‌ها تدوین شده و مورد استفاده محققین قرار گرفته است که عبارت‌اند از:

۲-۱- روش طراحی بر اساس مسیر بار متناوب

در این روش‌ها سازه به گونه‌ای طراحی می‌شود که یک مسیر بار جدید بتواند طوری توسعه یابد که ناحیه آسیب‌دیده محلی به منزله یک پل عمل کند. این روش بر تنومندی و قدرت سازه‌ای تکیه داشته و یک روش مستقل از تهدید بوده و در طراحی بر اساس آن یک رخداد نهایی با بزرگی مشخص در نظر گرفته نمی‌شود.

۲-۲- روش مقاومت محلی مشخص

مبنای اساسی در روش مقاومت محلی مشخص این است که هر عضو سازه‌ای طوری طراحی شود که اگر نتواند مثل یک پل عمل کند قادر به تحمل یک سطح مشخص از تهدید باشد که می‌تواند به فرم انفجار، ضربه و یا هر رخداد غیرعادی دیگری باشد. محدودیت‌های انتشار گسیختگی مجاز در رهنمودهای ارائه شده در آئین نامه‌ها ارائه شده‌اند. به عنوان مثال این مقدار مشخص مقاومت در آئین نامه ساختمانی انگلیس برابر ۳۴ کیلو نیوتن بر مترمربع می‌باشد.

۳- روش‌های تحلیل گسیختگی پیشرونده

روش‌های تحلیل بایستی طوری در نظر گرفته شود که متناسب با روش طراحی و بهینه باشد. لذا با توجه به روش موردنظر در طراحی بایستی روش تحلیل مناسب انتخاب شود. روش طراحی مسیر بار متناوب نیازمند یک ارزیابی از ظرفیت یک قاب در باز توزیع بار خارج از محدوده اعضای آسیب‌دیده می‌باشد. لازمه این امر آن است که مهندس روش تحلیلی مناسب، پیچیدگی مدل و فرضیات طراحی مناسب با در نظر گرفتن محدودیت هزینه‌ها و زمان و کارایی محاسبات را مدنظر قرار دهد. عموماً پنج روش جهت تحلیل موضوع مورد استفاده قرار می‌گیرد:

۱. تحلیل استاتیکی خطی با استفاده از فاکتورهای دینامیکی بار.
۲. تحلیل استاتیکی غیرخطی با استفاده از فاکتورهای دینامیکی بار.

۳. تحلیل استاتیکی غیرخطی پوش آور (روش تعادل انرژی).

۴. تحلیل دینامیکی خطی

۵. تحلیل دینامیکی غیرخطی

روش‌های خطی مستلزم این است که پاسخ مصالح در محدوده ارتجاعی باقی مانده و از اثرات ثانوی $\Delta - P$ و ناپایداری‌ها صرف‌نظر می‌شود. این امر کاربرد روش‌های خطی را به تغییر مکان‌های کوچک محدود می‌کند و اغلب منجر به طراحی محافظه‌کارانه شده و مانع از عدم اعتبار برخی فرضیات می‌شود. در مقابل روش‌های غیرخطی خواص غیر ارتجاعی مصالح (پلاستیسیت) را در نظر گرفته و قادر به اعمال اثرات غیرخطی هندسی که بسیار مهم هستند می‌باشند. آن‌ها همچنین پتانسیل لازم برای توسعه مکانیزم‌های مسیر بار متناوب از قبیل عمل قوسی و زنجیری را دارند. مقررات عمومی ایالات متحده برای تحلیل استاتیکی و یا ارتجاعی خطی مدل‌های تحلیلی سه بعدی را توصیه می‌کند تا نتایج واقعی تری به دست آید. هر چند مدل‌های دو بعدی را نیز می‌توان استفاده کرد. پتانسیل گسیختگی پیشرونده با حذف آنی ستون داخلی و خارجی در محل‌های مختلف طبقات مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. به محض اینکه ستون برداشته می‌شود قابلیت بقاء اعضا، سازه‌ای با استفاده از نسبت‌های ظرفیت مورد نیاز (DCR) ارزیابی می‌شود که به صورت نسبت مقاومت مورد نیاز به ظرفیت موجود تعریف می‌شود. با توجه به اینکه عامل‌های مختلفی مثل درجه نا معینی، ضریب رفتار و زمان حذف ستون در گسیختگی پیشرونده مؤثرند لذا روش‌های دینامیکی به مراتب نتایج واقعی تری از رفتار سازه را به دست می‌دهند هر چند تفسیر نتایج نیاز به دید مهندسی قوی و تجربه کافی دارد.

۴. مروری بر مطالعات پیشین

در این بخش یک مرور مختصر از مطالعات و بررسی‌های انجام شده اخیر توسط محققین در مورد گسیختگی پیشرونده ساختمان‌های فولادی ارائه می‌شود. مرور و بیان دقیق هر کدام از مقالات در اینجا مقدور نمی‌باشد. در همه بررسی‌ها و مطالعات تمرکز محققین بر حذف آنی ستون در نقاط مختلف طبقات، تأثیر طول دهانه قاب‌ها و دو یا سه بعدی بودن مدل تحلیلی بوده است. به نظر محققین بالاترین پتانسیل در ایجاد توسعه گسیختگی پیشرونده در حذف ستون نقاط گوشه ساختمان می‌باشد که این امر در ستون‌های مجاور لاغر به شکل کمانش الاستیک، در ستون‌های مجاور معمول به شکل کمانش غیر الاستیک و در ستون‌های مجاور کوتاه به صورت گسیختگی مصالح توسعه می‌یابد. بررسی‌ها نشان داده است که انتشار آسیب به صورت خرابی‌های اتصالات، تیرها و دال‌ها نیز وجود دارد ولی مد خرابی ستون اصلی ترین عامل است. مطلب دیگر اینکه در قاب‌های بلند طبقات پایین تر دچار مکانیزم کمانشی ستون می‌شوند در حالی که در قاب‌های کوتاه مکانیزم تسلیم تیرها رخ می‌دهد. برخی محققین نشان دادند که هر دو مدل دو بعدی و سه بعدی در تحلیل گسیختگی پیشرونده می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد ولی جهت تفسیر واقعی نتایج به دست آمده استفاده از مدل‌های سه بعدی بهتر است و علت این امر را در سهیم بودن اعضای عرضی در باربری و تأثیر آن‌ها در چگونگی توسعه گسیختگی پیشرونده دانستند. از دیگر موارد بررسی‌های انجام شده توسط محققین بروی اثر طول دهانه قاب‌ها در گسیختگی پیشرونده بود که نشان داد با کاهش طول دهانه به نصف، مقاومت قاب‌ها در مقابل آن حدود دو برابر می‌شود. مطالعاتی که بر روی گسیختگی پیشرونده ناشی از انفجار صورت گرفت نشان داد که نوع و مقدار مواد منفجره در مدل سازی و همچنین محل ایجاد آن و همچنین نقاط مختلف ساختمان در تفسیر نتایج مؤثرند. بررسی‌ها نشان می‌دهد که روش‌های تحلیل استاتیکی خطی و غیرخطی بیشتر برای سازه‌های منظم منطقی تر است و برای سازه‌های نامنظم علاوه بر آن‌ها بایستی از روش‌های تحلیل دینامیکی غیرخطی نیز استفاده شود. در اکثر بررسی‌ها جهت ارزیابی گسیختگی پیشرونده یک ساختمان پس از حذف ستون فاکتور نسبت مقاومت مورد نیاز به ظرفیت موجود (DCR) در اعضای سازه‌ای مورد محاسبه و توجه قرار گرفته و با مقادیر موجود در آئین نامه‌ها خصوصاً رهنمودهای توصیه شده در مقررات آمریکا (GSA) مقایسه شده و نتیجه‌گیری شده است. در بررسی‌های انجام شده بیشتر تحلیل استاتیکی غیرخطی پوش آور انجام شده است.

۵- بحث

همان طور که در بخش مرور بر کارهای انجام شده ذکر شد ملاحظه می‌شود که اکثر بررسی‌ها بر حذف ستون جهت ارزیابی گسیختگی پیشرونده تمرکز داشته و موقعیت‌های مختلف آن در ساختمان را مد نظر قرار داده اند و به حذف تیر اشاره ای نشده است که می‌تواند به عنوان یک عامل مورد ارزیابی قرار گیرد. تحلیل‌های انجام شده اکثراً استاتیکی غیرخطی پوش آور می‌باشند که با توجه به خصوصیات دینامیکی بارهای موجود و همچنین رفتار غیر ارتجاعی مصالح در گسیختگی پیشرونده لزوم انجام تحلیل‌های دینامیکی غیرخطی با استفاده از آئین نامه‌های طراحی کار آمد احساس می‌شود. در بخش آئین نامه‌های طراحی بیشتر از آئین نامه آمریکا (GSA) و انگلیس (BS) به عنوان مرجع استفاده می‌شود که به نظر می‌رسد بررسی پدیده گسیختگی پیشرونده در هر منطقه یا کشوری بایستی منطبق بر خصوصیات مصالح و روش‌های اجرا و آئین نامه آن کشور مورد مطالعه قرار گیرد. پارامتر ارزیابی گسیختگی پیشرونده در اکثر بررسی‌ها به صورت نیاز مقاومت به ظرفیت (DCR) در نظر گرفته شده است که یک عامل

کلی بوده و یقیناً عامل دیگری مثل تعداد طبقات، نسبت طول تیر به ستون ها، خود اتصالات و غیره نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد. در مطالعه اثر انفجار در ایجاد و توسعه گسیختگی پیشرونده بیشتر به ایجاد انفجارهای سطحی نزدیک ساختمان پرداخته شده و اثر انفجار زیر سطحی و یا درونی و یا برخورد یک عامل به ساختمان بررسی نشده است که لزوم آن جهت تکامل آئین نامه‌های طراحی احساس می‌شود.

۶. نتیجه‌گیری

از مرور صورت گرفته بر روی کارهای انجام شده بر گسیختگی پیشرونده ساختمان‌های فولادی واضح است که جهت ارزیابی این پدیده تمرکز بیشتر بر روی حذف ستون ها بوده و تفسیر نتایج هم بیشتر براساس نسبت نیاز به ظرفیت اعضای سازه‌ای انجام شده است لذا نتایج کلی در قالب توصیه‌های زیر را می‌توان از این مرور ارائه کرد:

۱. حذف تیر، تعداد طبقات، نسبت طول تیر به ستون ها، اتصالات و تأثیر انواع آن و اثر حالت های مختلف بار انفجاری (زیر سطحی و درونی و برخورد) و درجه اهمیت آن‌ها در ارزیابی پتانسیل گسیختگی پیشرونده مورد بررسی قرار گیرد.
۲. جهت بررسی گسیختگی پیشرونده مخصوصاً در ساختمان‌های بلند و نا منظم از تحلیل‌های دینامیکی استفاده شود.
۳. آئین نامه طراحی ساختمان‌های مقاوم در برابر گسیختگی پیشرونده برای هر منطقه یا کشوری بایستی متناسب با شرایط مصالح و اجرایی آن کشور تدوین و تنظیم شود.
۴. برای ارزیابی پتانسیل گسیختگی پیشرونده ساختمان‌ها پارامترهای بیشتری بر حسب اولویت اهمیت و کاربری ساختمان مد نظر قرار گیرد.
۵. هر چه مقیاس های متناسب تری از ساختمان‌ها را بتوان به صورت آزمایشگاهی مدل سازی نموده و توسعه خرابی آن‌ها را تحت بارهای فزاینده و پارامترهای ذکر شده بررسی کرد درک واقعی تری از پدیده گسیختگی پیشرونده شکل گرفته و در تکمیل آئین نامه‌های کار آمد گره گشا خواهد بود.

منابع

1. Brian I, Song, Halil sezen (2013). Experimental and analytical progressive collapse assessment of a steel frame building. engineering structures. No 56:664-672.
2. Z.X. Li, F.F. Jiang, Y.Q. tang (2012). Multi – scale analyses on seismic damage and progressive failure of steel structures. Finite element in analysis and design. No 48:1358-1369.
3. S. Gerasimidis (2014). Analytical assessment of steel frames progressive collapse vulnerability to corner column loss. Journal of constructional steel research. No 95:1-9.
4. Farshad hashemi rezvani, Amir mohammad youefi, Hamid reza ronagh (2015). Effect of span length on progressive collapse behavior of steel moment resisting frames. Journal of Structures.
5. Jinkoo kim, Hana lee (2013). Progressive collapse-resisting capacity of framed structures with infill steel panels. Journal of constructional steel research No 89: 145 – 152.
7. H.M. Elsanadedy, T.H. Almusallam, Y.R. Alharbi, Y.A. Al-Salloum, H. Abbas (2014). Progressive collapse potential of a typical steel building due to blast attacks. Journal of constructional steel research No 101:143 – 157.
8. Kamel sayed kandil, Ebad abd el fettah ellobody, hanady eldehemy (2013). Progressive collapse of steel frames. world journal of engineering and technology 2013, 1, 39 – 48.
9. Osama ahmed Mohamed (2015). Calculation of load increase factors for assessment of progressive collapse potential in framed steel structures. Case studies in structural engineering. No 3:11-18.
10. D A Nethercot (2011). Design of building structures to improve their resistance to progressive collapse. Science direct No 14:1-13.
11. H. R. Tavakoli, F. Kiakojouri (2013). Numerical Study of Progressive Collapse in Framed Structures: A New Approach for Dynamic Column Removal. International journal of engineering vol 26, No 7, 685-692.
12. Rushi D Parikh, Paresh V Patel (2016). Various Procedures for Progressive Collapse Analysis of Steel Framed Buildings. Publications on Research Gate 22 November 2016.
13. H.R. tavakoli, A. rashidi alashti (2013). Evaluation of progressive collapse potential of multi-story moment resisting steel frame buildings under lateral loading. Scientica iranica A, vol 20, 1, 77-86.
14. Leslaw Kwasniewski (2010). Nonlinear dynamic simulations of progressive collapse for a multistory building. Engineering Structures No 32: 1223_1235.
15. Kwangho kwon, jinkoo kim (2014). Progressive collapse and seismic performance of twisted diagrid buildings. International journal of high-rise buildings. Vol 3, No3, 223-230

بررسی تأثیر تجارت الکترونیک بر باز تعریف از فضای شهری

تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۰۹

تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۰۶

کد مقاله: ۲۱۸۰۱

حسین امیرعضدی^{۱*}، مهدی رضوی زاده کازرونی^۲

مریم حسنی^۳

چکیده

با پیدایش اینترنت و سپس فضای مجازی، کسب‌وکارهای جدیدی که مبتنی بر اینترنت می‌باشند رواج پیدا کردند. دو عامل مهم در ایجاد کسب‌وکار و درآمدزایی، استفاده از تبلیغات اینترنتی و تجارت الکترونیک می‌باشد که هر دو وابسته به اینترنت هستند. اینترنت و فضای مجازی با ایجاد روش‌های مختلف تبلیغات و ارتباط با مشتریان، کمک به سزایی در فروش محصولات و خدمات و در نتیجه رونق کسب‌وکار و درآمدزایی داشته است. این مهم در حالی است که تا پیش از آن تجارت در فضاهای کالبدی تعریف شده و حتی دارای کاربری‌های ویژه‌ای بوده‌اند. این تحقیق در نظر دارد تأثیر اینترنت و فضای مجازی بر کسب‌وکار و درآمدزایی را با استفاده از دو عامل تجارت الکترونیک و بازاریابی الکترونیکی بر تغییرات به وجود آمده بر فضاهای تجاری و تعریف جدید از فضاهای شهری مورد بررسی قرار دهد؛ و در پایان به ارائه راهکارهای متناسب با تغییر پارادایم به وجود آمده می‌پردازد. این پژوهش از نوع مروری بوده و از اسناد کتابخانه‌ای استفاده شده است.

واژگان کلیدی: تجارت الکترونیک، کسب‌وکار الکترونیک، فضای شهری

۱ - دانشجوی کارشناسی ارشد برنامه ریزی شهری دانشگاه یزد (مسئول مکاتبات) hossein.kazeroon@gmail.com

۲ - دانشجوی کارشناسی مهندسی کامپیوتر دانشگاه سلمان فارسی کازرون

۳ - کارشناسی مهندسی معماری دانشگاه غیر انتفاعی حافظ شیراز

۱- مقدمه

سکونت‌گاه‌های شهری قبل از مدرنیسم، فضاهای عمومی مانند میدان‌های شهری و بازارها، به عنوان عرصه‌ای جهت ارتباطات اجتماعی بوده‌اند و در حقیقت مکان‌هایی متشکل از فعل و انفعالات اجتماعی تعداد زیادی از مردمانی که این تعاملات را امکان‌پذیر می‌ساختند، قلمداد می‌شده‌اند [۳۶]. اینترنت از سال ۱۳۷۳ وارد ایران شد و روزانه به تعداد کاربران آن افزوده می‌شود به طوری که تأثیر آن بر جنبه‌های مختلف زندگی اجتماعی از جمله مدرسه، محل کار، خدمات بانکی و تجارت محسوس است. [۱۱] اینترنت ساختاری را برای همگام کردن بازارها و کسب‌وکارها به سمت رقابت فراهم کرده است. [۲۲] اینترنت از میلیون‌ها کاربر کامپیوتر که توسط خطوط تلفن و سایر خطوط یا روش‌های ارتباطی با یکدیگر متصل هستند تشکیل شده است. [۲۱] یکی از دلایلی که می‌توان به عنوان اقبال اینترنت از آن یاد کرد، مبادلات اینترنتی است که یک شیوه مقرون به صرفه است زیرا هیچ‌گونه محدودیت زمانی یا جغرافیایی وجود ندارد. [۲۲] یعنی عملاً با از بین رفتن اکثر محدودیت‌ها در تجارت، فضای مجازی یک محیط آزاد برای کسب‌وکار و رقابت ایجاد کرده است. کسب‌وکار الکترونیکی به معنی اجرای کسب‌وکار با استفاده از ارتباطات از راه دور است. [۱۸] یکی از ویژگی‌های کسب‌وکار الکترونیکی، سهولت ورود برای شرکت‌ها است؛ زیرا شرکت‌ها نیازی به تیم‌های بزرگ فروش، سرمایه‌گذاری پرهزینه در زیرساخت یا هزینه‌های حاشیه‌ای به منظور رقابت ندارند. [۲۲] تجارت الکترونیک کاهش نیروی انسانی و افزایش بازدهی و در نتیجه سود بیشتر را در پی خواهد داشت.

رشد سریع فناوری ارتباطات و اطلاعات باعث تبدیل مدل‌های کسب‌وکار سنتی به مدل‌های کسب‌وکار جدید جهت استفاده از فرصت‌های ناشی از نوآوری‌های تکنولوژی شده است. به همین علت است که در چند سال اخیر بحث درباره‌ی کسب‌وکارهای اینترنتی افزایش یافته است. [۳۸] اجتماع شهری به مفهوم گروه شهروندان با اغراض متفاوتی در عرصه شهری حضور می‌یابند. اگر به نظریات مازلو و دیگر روانشناسان اجتماعی رجوع کنیم، مشاهده می‌شود همواره برآوردن نیازها اصلی‌ترین دلیل افراد برای حضور در عرصه عمومی است. به خاطر داشته باشیم گفتیم انسان موجودی اجتماعی است پس تصور شهروندی بدون ارتباط با سایرین دور از ذهن می‌نماید. عملکردهای محیطی و فعالیت‌های موجود در فضای شهری دلیلی کافی و واضح برای حضور شهروندان در آن ایجاد می‌کند؛ در جریان این حضور افراد، تعاملات و کنش‌های فرد با دیگران اتفاق می‌افتد که در حقیقت تعاملات اجتماعی شکل می‌گیرد. سوای هنجارمند یا ناهنجار بودن این فعالیت‌ها و شیوه‌های بروز آن که رفتار نامیده می‌شود، عملکردهای موجود در فضای شهری سوژه پژوهش‌های متعددی قرار گرفته که تمامی آنها نهایتاً بر تأثیرگذاری فعالیت‌ها روی تعاملات اجتماعی صحنه گزارده‌اند. یانگل در پژوهش‌های دقیق خود روی عرصه‌های همگانی، فعالیت‌های موجود در محیط را کاملاً مؤثر بر تعاملات اجتماعی می‌شناسد. وی فعالیت‌ها را در سه گروه فعالیت‌های اجباری، فعالیت‌های اختیاری و فعالیت‌های اجتماعی دسته‌بندی می‌نماید. وی معتقد است فعالیت‌های اختیاری بدان دلیل که وابستگی شدیدی به کیفیت‌های محیطی دارند و همچنین فعالیت‌های اجتماعی بدان دلیل که الزاماً نیازمند حضور اجتماعی فعال و مشارکت‌کننده در رویداد هدف دارد، در شهرسازی و دانش طراحی شهری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار هستند. [۲۹] فضاهای شهری بخشی از فضاهای باز و عمومی شهرها و به‌نوعی تبلور ماهیت زندگی جمعی‌اند، یعنی جایی که شهروندان در آن حضور دارند [۴۱] از دیدگاه توماس کوهن^۱ فضای شهری را می‌توان بستری محاط شده به وسیله عناصر شهری دانست که در آن روابط و فعالیت‌های اجتماعی متبلور شده و شکل می‌یابند. [۱۶]

با توجه به افزایش تعداد کاربران اینترنت، کسب‌وکارهای الکترونیکی و تجارت الکترونیک رونق پیدا کرده‌اند. تعاریف متعددی را برای تجارت الکترونیک متصور شده‌اند: تجارت الکترونیکی بر پردازش و انتقال الکترونیکی داده‌ها، شامل متن و صدا و تصویر مبتنی است و فعالیت‌های گوناگونی از قبیل مبادله الکترونیکی کالاها و خدمات، تحویل فوری مطالب دیجیتالی و انتقال الکترونیکی را در بر می‌گیرد. [۱۲] می‌توان به تعریفی دیگر از آن فرایند خرید، فروش یا تبادل محصولات، خدمات و اطلاعات از طریق شبکه‌های رایانه‌ای و اینترنت است. [۴۵] تجارت الکترونیک مزایای بسیاری در بر دارد که می‌توان به افزایش قدرت انتخاب مشتریان، امکان خرید بیست و چهار ساعته و دسترسی سریع مشتریان به اطلاعات مورد نظر اشاره کرد. [۱] خرید اینترنتی عبارت است از مجموعه‌ای از انگیزه‌ها، رفتارها، ساز و کارها و فرایندهایی که از طریق آن مشتری کالای مورد نیاز خود را با به کارگیری شبکه‌های الکترونیکی و به طور خاص اینترنت، خریداری می‌کند. [۱۰]

۲- روش پژوهش

این پژوهش در گروه مطالعات ترویجی و از نوع توصیفی-تحلیلی قرار می‌گیرد. با توجه به ماهیت پژوهش، داده‌های مورد نیاز به طرق مختلف مطالعات اسنادی (شامل کتب، مقالات، پایان نامه‌ها، آمارنامه‌ها و گزارش‌ها) عموماً در بخش چارچوب تئوریک گردآوری شده است.

۳- ضرورت پژوهش

امروزه برقراری ارتباط، عاملی بسیار مهم و قوی برای رسیدن به اهداف سازمان‌ها، گروه‌ها و جوامع است. یکی از ابزارهایی که می‌تواند ارتباط را به شکل موثری گسترش دهد شبکه‌های اجتماعی است که همزمان و همراه با توسعه شبکه جهانی اینترنت به وجود آمده است. [۱۷] به عقیده بوید و آلیسون (۲۰۰۷) شبکه‌های اجتماعی خدمات مبتنی بر وب هستند که به افراد اجازه می‌دهد تا یک پروفایل خصوصی یا نیمه خصوصی برای خود تشکیل دهند. لیستی از کاربران را دارا بوده و محتویات تولید شده را با آن‌ها در اشتراک بگذارند و ارتباطات و تعاملات دیگر کاربران را در سیستم دنبال کنند. [۳۰] یکی دیگر از عوامل موثر در رونق کسب‌وکار بازاریابی است. بازاریابی و نقش آن در ارتقاء بنگاه‌ها و تأثیری که بر اقتصاد دارد بررسی پوشیده نیست. یکی از عوامل موثر در امر بازاریابی، اینترنت است. روش‌های نوینی بر پایه اینترنت و فناوری ارتباطات و اطلاعات در زمینه بازار یابی به وجود آمده است و اکنون بازاریابی‌های الکترونیکی به سرعت در کشور های در حال توسعه رو به گسترش است. [۲۰] از یک سو با توجه به اینکه امروزه فضای شهری کارکردی اجتماعی دارد، وجود فضاهای عمومی شهری، ضرورتی اساسی در برنامه‌های توسعه شهری هستند که این امر حکایت از نقش این فضاها در تقویت وجه فرهنگی- اجتماعی شهر دارد. "فضاهای عمومی شهری" را می‌توان عرصه‌ای دانست که داستان زندگی جمعی در آن‌ها گشوده می‌شود و مکانی نه صرفاً کالبدی، برای ایجاد تعاملات اجتماعی و مراودات شهروندی را فراهم می‌کند، چنانچه به زعم بسیاری از اندیشمندان فضاهای عمومی شهر مؤلفه‌ای اساسی در بهبود و افزایش میزان سرمایه اجتماعی در ساختار شهر به شمار می‌رود [۹] اما تأثیر این تغییر از فضای حقیقی به فضای مجازی می‌تواند تحولی منفی را در شهرسازی به وجود آورد و باعث از بین رفتن شیوه سنتی تجارت و تقابل تجارت جدید و قدیم و یکی از نتایج آن تغییر فضاهای تجاری است که بخش اعظمی از فضاهای شهری را در ایران تشکیل می‌دهند، می‌شود.

۴- پیشینه

تبلیغات اینترنتی از زمان به وجود آمدن (۱۹۹۴-۲۰۰۰) شاهد رشد بسیار زیادی بوده است. به طوری که حجم درآمد حاصل از تبلیغات اینترنتی از رقم ۲۶۷ میلیون دلار در سال ۱۹۹۶ ب ۸۰۸۷ میلیون دلار در سال ۲۰۰۰ رسیده است. ولی این صنعت در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ شاهد رشد منفی این صنعت بودیم و از سال ۲۰۰۳ مجدداً رشد مثبت آن آغاز شده است. براساس پژوهش شجاعیان، محمدیان و شجاعیان (۱۳۹۵) تجارت الکترونیک در ساده‌ترین تعریف به معنای یافتن منابع، انجام ارزیابی، مذاکره کردن، سفارش، تحویل، پرداخت و ارائه خدمات پشتیبانی می‌باشد که به صورت الکترونیکی صورت می‌گیرد. در نتیجه تجارت الکترونیک روشی برای خرید و فروش اطلاعات، محصولات و خدمات از طریق شبکه ارتباطات کامپیوتری است. عرصه‌های عمومی عموماً اجباراً تحت تأثیر شدید محیط کالبدی خود هستند. صاحب‌نظران مختلفی درخصوص اهمیت کالبد بر حال- و هوای عرصه محاطی خود صحبت کرده‌اند بگونه‌ای که امروزه تلاش برای کتمان این رابطه کاملاً بیهوده بوده، تأثیر و تأثرات عرصه عمومی و محیط کالبدی آن قویاً بدیهی است. چنانکه عده‌ای بر اصل محصوریت کالبدی تأکید دارند و حتی پا را فراتر نهاده، محیط کالبدی را در رابطه‌ای مستقیم با تعاملات حادث در فضای شهری می‌دانند ([۴۲] [۷] [۴۴]). برخی روان‌شناسان محیطی هم تعاملات اجتماعی را شدیداً تحت تأثیر محیط کالبدی می‌شناسند ([۲۴] [۲۷] [۳۲] [۳۷] [۳۹]). رشتیان؛ کریم زاده و یوسف زاده (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با عنوان بررسی کسب‌وکارهای سایت‌های اینترنتی در ایران، به نتایج زیر رسیده‌اند:

- یکی از راه‌های کسب درآمد از طریق اینترنت، استفاده از سایت‌های اینترنتی است. در ادامه به پنج مدل که برای کسب درآمد از طریق سایت‌های اینترنتی می‌باشد می‌پردازیم.
- ۱- در آمدزایی به وسیله‌ی تراکنش: برخی از سایت‌ها به ازای هر تراکنش مبلغی را به عنوان پورسانت دریافت می‌کنند؛ مانند سایت دیجی کالا.
 - ۲- درآمدزایی به وسیله‌ی تبلیغات: بسیاری از سایت‌های پر بازدید، با اختصاص فضایی از سایت خود به تبلیغات، کسب درآمد می‌کنند؛ مانند وبلاگ‌ها و سایت‌های دانلود.
 - ۳- درآمدزایی از راه فروش کالا، خدمات یا اطلاعات: سایت‌هایی که در زمینه فروش اینترنتی فعالیت می‌کنند جزو این دسته می‌باشند؛ مانند سایت آمازون یا دیجی کالا که جزو این دسته می‌باشند.
 - ۴- درآمدزایی از طریق حق اشتراک: سایت‌های آپلود فایل یا ژورنال‌هایی که حق اشتراک سالیانه دارند، جزو این دسته می‌باشند.

۵- درآمدزایی از طریق همکاری در فروش: این مدل، از موارد بسیار رایج کسب درآمد در ایران می‌باشد که خودشان محصولی برای فروش ندارند ولی محصولات مرتبط به سایت خود را برای فروشگاه‌های دیگری به فروش می‌رسانند و درصدی از مبلغ فروش را به عنوان پورسانت دریافت می‌کنند.
برای تلخیص، ۵ روش فوق را با این عناوین بیان می‌کنیم: ۱- تبلیغات ۲- تراکنش ۳- فروش ۴- حق اشتراک ۵- همکاری در فروش (لودن و تراور، ۲۰۰۹)

ابراهیمی و باقری (۱۳۹۵) نیز عوامل زیر را، عوامل موثر بر خرید الکترونیکی می‌دانند:

- ۱- عوامل اجتماعی
- ۲- عوامل موقعیتی
- ۳- خصوصیت‌های مصرف‌کننده
- ۴- ارتباط بین کیفیت وب سایت و تمایل به خرید الکترونیک
- ۵- رفتار مصرف‌کننده
- ۶- قصد خرید مشتری
- ۷- شبکه‌های اجتماعی مجازی
- ۸- آشنایان
- ۹- ویژگی‌های محصول
- ۱۰- محیط بازاریابی اینترنتی

همچنین شش عامل زیر را جزو مزایای شبکه‌های اجتماعی می‌دانند:

- ۱- انتشار سریع آزادانه اخبار و اطلاعات، افزایش قدرت تحلیل و تقویت روحیه انتقادی
- ۲- امکان عبور از مرزهای جغرافیایی
- ۳- شکل‌گیری تقویت خرد جمعی
- ۴- امکان بیان ایده‌ها به صورت آزادانه
- ۵- تبلیغ و توسعه ارزش‌های انسانی و اخلاقی
- ۶- افزایش سرعت در فرآیند آموزش

عامری، (۱۳۹۴) در تحقیق خود با موضوع "شبکه‌های اجتماعی اینترنتی برای توسعه کسب‌وکار"، دریافت که شبکه‌های اجتماعی می‌توانند به طور موثر در فعالیت‌های مختلف کسب‌وکار الکترونیکی و بازاریابی الکترونیکی، از قبیل فروش، تبلیغات، روابط عمومی، منابع انسانی، تقسیم‌بندی مشتریان و غیره استفاده شوند.

یافته‌های بابازاده لحاقی و احمدی (۱۳۹۵) نشان می‌دهد که شبکه‌های اجتماعی به عنوان یک کانال مهم در امر تبلیغات مورد استفاده قرار می‌گیرند و با ورود کسب‌وکار و فعالیت‌های تجاری به اینترنت، تبلیغات اینترنتی به وجود آمده است.

پژوهش مختاری موعاری و خان زاده (۱۳۹۴) یکی از وجوه تفاوت تبلیغات اینترنتی با تبلیغات سنتی را امکان فروش محصولات و یا ارائه خدمات بلافاصله پس از تبلیغ و یا گاهی در حین تبلیغ می‌داند که این امر نشان از نقش اینترنت در سهولت ارائه بهتر خدمات و در نتیجه رونق کسب‌وکارها دارد. اینترنت در دهه هفتاد شمسی وارد ایران شد و رشد سریعی را در بر داشت. با توجه به اینکه سایت‌های فارسی رشد قابل توجهی داشته‌اند اما تبلیغات اینترنتی این سایت‌ها بسیار کم و ناچیز می‌باشد.

سید (۲۰۱۲) در پژوهش خود موانع کسب‌وکار الکترونیک در کسب‌وکارهای کوچک پاکستان را فقدان زیر ساخت فناوری اطلاعات، تامین برق، منابع مالی، آموزش‌های لازم برای نیروی کار و مسائل امنیتی می‌داند. همچنین (مک‌گریگور و وازالیک، ۲۰۰۵) موانع موجود در عدم پذیرش تجارت الکترونیک کسب‌وکارهای کوچک در استرالیا و سوئد را مورد بررسی قرار دادند که شامل: عدم مهارت و دانش کافی کارکنان، احتیاج به سرمایه بالا و نبود وقت کافی و ملاحظات امنیتی است.

شجاعیان، محمدیان و شجاعیان (۱۳۹۵) در تحقیق خود زیرساخت فنی و ارتباطات را به عنوان مهم‌ترین فاکتور در توسعه کسب‌وکارهای اینترنتی در ایران شناخته است. این آمار با استفاده از تجربه و تحلیل آنتروپی شاتون مشخص گردیده است.

جان لنگ فعالیت‌های محیطی را بواسطه اشکال متفاوت بروز آن واجد اهمیت می‌شمارد. برخی رفتارها موجبات کنش و واکنش‌های حساب شده یا غیراندیشیده‌ای با دیگران را فراهم می‌کند. درحقیقت درون عرصه همگانی غالباً اتفاقات غیرمنتظره و جذابی مشاهده می‌شود که می‌تواند زمینه صحبت فرد با دیگران در آن خصوص را ایجاد کند [۳۳]. ویلیام وایت، در پژوهش‌های خود از طریق تصویربرداری و مشاهدات میدانی به ثبت رفتارهای افراد در محیط شهری اقدام می‌نمود [۴۶]. جین جیکوبز هم بعنوان یک منتقد شهری، همواری خیابان‌ها را بواسطه دراختیار قراردادن عملکردهای محیطی که دلیل حضور افراد در عرصه عمومی را فراهم می‌کند، مورد تحسین و ستایش قرار می‌داد. جیکوبز به فعالیت‌های شبانه، نظارت اجتماعی و بازه زمانی گسترده‌تر برای فعالیت‌های موجود و نهایتاً مبحث کاربری‌های مختلط اشاره می‌کند [۳۱]؛ بنابراین چنان که دیدیم و مطالعات جنبی ما برای پژوهش حاضر نشان داد، اختلاط کاربری‌ها، تنوع فعالیت، فعالیت‌های شبانه و ۲۴ ساعته، سازگاری فعالیت‌ها، فعالیت‌های اولیه و ثانویه (پشتیبان)، نظارت اجتماعی، مشارکت مدنی و بسیاری موارد دیگر، فاکتورهای مؤثری در برقراری و غنای تعاملات اجتماعی درون عرصه‌های عمومی هستند. [۲]

۵- مبانی نظری

انسان موجودی به شدت اجتماعی است و چنانکه تاجبخش اشاره می‌کند بدون هیچ شکی نیازمند به داشتن روابط اجتماعی و درواقع در سطح اعلی آن ارضاء تعاملات اجتماعی است؛ تنها در چنین شرایطی انسان خواهد توانست به حیات اجتماعی خود ادامه دهد. [۶] محیط شهری و محدوده زندگی شهروندان دائماً پذیرای فعل و انفعالات اندیشیده یا غیراندیشیده مابین کاربران خود خواهد بود؛ بنابراین لزوم توجه به سطح عالی تعاملات اجتماعی در عرصه‌های عمومی اجتناب‌ناپذیر است؛ اما از آن‌جا که پیچیده‌ترین کنش‌ها نیز در همین تعاملات اجتماعی بین انسان‌ها ایجاد می‌شود، انسان در نهاد خود، پذیرای تمام انسان‌های دیگر است اما در گذر زمان، قرار گرفتن در جامعه و به علت کسب تجربیات مختلف به میزان زیادی این باورها در وی دچار تغییرات و دگرگونی‌هایی می‌شود و فیلترهایی برای نوع تعاملات اجتماعی خود تخصیص می‌دهد. زندگی انسان بدون تعاملات و روابط اجتماعی غیرممکن خواهد بود، همچنانکه عدم ارضاء برخی نیازها همچون نیازهای اولیه برای او زندگی را سخت و غیر قابل پذیرش می‌کند. [۳] تعاملات اجتماعی به مانند یکی از کلیدی‌ترین مفاهیم علوم اجتماعی و تشکیل دهنده یکی از بنیان‌های فرهنگی جوامع نوین در کنار عناصری مانند عقلانیت و حاکمیت قانون، در میان اندیشمندان علوم اجتماعی جایگاه ویژه‌ای به خود اختصاص داده است. [۱۹] به بیان دیگر، تعاملات اجتماعی یا «سرمايه‌های اجتماعی» به عنوان جوهر و بنیان جامعه از طریق فرایند ایجاد ارتباط و اعتماد در جامعه مانع از خودبیگانگی و رشد فزاینده انحرافات اجتماعی گردیده و از طریق ایجاد ارتباط در میان افراد، تعاملات اجتماعی حاصل می‌شود. [۴۰]. اولین ایده‌ای که باید مدنظر قرار بگیرد، اصل قطعیت تأثیر معماری بر محیط است که بیان می‌دارد محیط فیزیکی تأثیر تعیین‌کننده‌ای بر رفتار انسانی دارد. با نفی عامل بودن انسان، فرض می‌شود که رابطه‌ی بین انسان و محیطش یک فرایند یک طرفه است. انسان‌ها منفعل نمی‌باشند، مردم بر محیط خود اثر می‌گذارند و آن را تغییر می‌دهند، همان‌طور که فضا بر آن‌ها تأثیر می‌گذارد و آن‌ها را تغییر می‌دهد؛ بنابراین یک پروسه‌ی دوطرفه است. اگرچه عامل فیزیکی تنها عامل تأثیرگذار نبوده و یا عامل تأثیرگذار غالب بر رفتار انسان‌ها نمی‌باشد، فرصت‌هایی را که محیط به وجود می‌آورد به شکل روشنی بر آنچه مردم می‌توانند و یا نمی‌توانند انجام دهند اثر می‌گذارد؛ بنابراین رفتار انسان به شکل ذاتی بستگی به موقعیت داشته و ناشی از فرم فیزیکی، اجتماعی، فرهنگی و میزان درک انسان از محیط است. [۲۶] محیط برای مخاطبان خود به‌منزله واسطه‌ای است که امکان آشنایی و برقراری ارتباط با افراد جدید را فراهم می‌آورد که هرچه این ارتباطات بیشتر و پابرجاتر باشد، محیط در ایفای نقش خود بهتر عمل کرده است. درواقع به هر میزان که تعامل میان انسان و محیط قوی‌تر باشد، محتوای اجتماعی محیط بالاتر رفته و مطلوبیت محیط ارتقاء خواهد یافت. [۲]

تجارت الکترونیک با استفاده از فطرت تعامل خواه انسانی و الگویی از تعاملات بین گروهی دست به ایجاد کسب درآمد از این طریق نموده است. سایت‌های خبری، سایت‌های تفریحی و اجتماعی، سرویس دهنده‌های وبلاگ، سایت‌های آگهی اینترنتی، سایت‌های تخصصی با موضوع‌های خاص، شبکه‌های اجتماعی و سایت‌های اشتراک فایل عمده درآمد خود را از طریق تبلیغات اینترنتی به دست می‌آورند. همچنین سایت‌های دائلود به دلیل سرعت پایین اینترنت، محصولات خود را در قالب لوح فشرده به فروش می‌رسانند.

سایت‌های مختص به ارگان‌های دولتی و خصوصی مانند بانک ملی و همراه اول از طریق تجارت الکترونیک و خدمات اینترنتی کسب درآمد می‌کنند. سایت‌های دسترسی اینترنتی و وب‌هاست‌ها نیز، از طریق فروش خدمات کسب درآمد می‌کنند. سایر سایت‌های پردرآمد اینترنتی:

- ۱- فروشگاه‌های اینترنتی: عمده فروش آن‌ها از طریق فروش کالا می‌باشد.
- ۲- سایت‌های واسطه خرید پستی: با توجه به عدم اطمینانی که به فروشگاه‌های اینترنتی در سالیان اخیر وجود داشت، یک سری از سایت‌ها با همکاری پست امکان پرداخت در محل را برای مشتریان فراهم کردند که از هر تراکنش درصدی را به عنوان خدمات دریافت می‌کنند.
- ۳- سایت‌های تخفیف گروهی: این سایت‌ها با توافق با یک مجموعه، خدمات آن مجموعه را با درصدی تخفیف به کاربران خود پیشنهاد می‌دهند و به ازای هر فروش درصدی را برمی‌دارند.
- ۴- ارائه‌دهندگان خدمات طراحی و بهینه‌سازی وب‌سایت‌ها: درآمد این دسته از سایت‌ها از طریق فروش خدمات دیجیتال می‌باشد.
- ۵- سایت‌های آنلاین بازی: درآمد این سایت‌ها از طریق فروش پول یا سکه‌های مجازی‌ای که به منظور پیشرفت سریع‌تر در بازی مورد استفاده قرار می‌گیرد، به دست می‌آید.

۶- سایت‌های فروش اپلیکیشن‌های موبایل: سایت‌های فروش اپلیکیشن موبایل، با فروش برنامه‌های پولی و دریافت پورسانت حاصل از فروش، کسب درآمد می‌کنند.

مفهوم فضا از مفاهیم سهل و ممتنع است به این مفهوم که اگرچه غالب افراد به راحتی آنرا درک می‌کنند اما این واژه سخت به تعریف تن در می‌دهد و صاحب‌نظران مختلف در پاسخ به چالش تعریف این مفهوم موارد مختلفی را بیان کرده‌اند. برخی همچون ارسطو آنرا مجموعه‌ای از مکان‌ها و زمینه‌ای پویا برای اغراض کیفی دانسته و برخی آنرا مقوله‌ای عام می‌دانند که تمام هستی جهان را پر می‌کند. [۵]. همانطور که مشخص است، برخی از جبریون فضا را تعیین‌کننده روابط انسانی می‌دانند، برخی فضا را بعد مادی و برخی معتقدند فضا امکانات و محدودیت‌هایی ایجاد می‌کند که مردم بر اساس معیارهای فرهنگی خرد آن را انتخاب می‌کنند. [۸] استفان کار^۱ به تحقیق روی کارکرد و طراحی عرصه‌های عمومی می‌پردازد. کار، مکان سوم را معرفی می‌کند و معتقد است فضاهای عمومی بیرونی، در ذهن مخاطبان بمثابة مکانی برای فراغت از چالش‌های روزمره جلوه می‌کند؛ بنابراین شهروند در این عرصه با دیگران آزادانه و دلخواه به تعامل می‌پردازد؛ خرید و فروش می‌کند، غذا می‌خورد، پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌کند و یا هر فعالیت دیگری که در چارچوب عرف و هنجار باشد بصورت دلخواهانه قابلیت انجام خواهد داشت. پس عرصه‌های عمومی معنادار، دموکراتیک و پاسخگو به نیازهای فردی هستند. کنشگران در عرصه عمومی و در جریان تعاملات اجتماعی، ارضای نیازهای شخصی را دنبال خواهند کرد. همچنین پنج نیاز اساسی مردم را که در عرصه عمومی باید به آن پاسخ گفت چنین می‌شمارد: راحتی، آسودگی، مشارکت غیرفعال با محیط، مشارکت فعال، اکتشاف. [۲۸] وبسایت‌های رایگان، تبلیغات بنری، تبلیغات سنتی، تبلیغات در نتایج جست و جو، تبلیغات ایمیلی، تالار گفت و گو، بازاریابی بلاگی و بازاریابی شبکه‌های اجتماعی راه‌های تبلیغات به وسیله‌ی اینترنت می‌باشند. به عنوان مثال بازاریابی شبکه‌های اجتماعی به عبارتی همکاری رسانه‌ها برای بازاریابی می‌باشند و روابط عمومی بالا در شبکه‌های اجتماعی بسیار موثر است. با استفاده از شبکه‌های اجتماعی همانند فیسبوک، توئیتر و دیگر موارد، می‌توان یک بازار یابی قوی از نوع شبکه‌های اجتماعی ایجاد کرد. با برطرف کردن موانع موجود بر سر راه کسب‌وکارهای الکترونیکی، می‌توان شاهد رشد این کسب‌وکارها و درآمدزایی بهتر بود.

تعاملات اجتماعی در کامل‌ترین تعریف خود، در فضاهای شهری به منحصه‌ی ظهور می‌رسند، از این رو می‌توان فضای شهری را مکان ظهور تعامل اجتماعی قلمداد نمود و این چنین است که فضای شهری علاوه بر تأثیر پذیرفتن در شکل‌گیری خود از تعاملات اجتماعی، به آن شکل می‌دهد و از این‌روست که فضای شهری به واسطه‌ی محتوی شکل دهنده‌ی خود، مرکز نمادین پایداری ارزش‌های مردمی است که به بیان قدرت خویش می‌پردازند و آن را در فضا متبلور می‌سازند. [۱۳] با توجه به نوشته‌های فوق، برای شکل‌گیری تعاملات اجتماعی باید فضایی تعریف شود که در آن علاوه تعاملات اجتماعی، انگیزه شکل‌گیری تعاملات نیز وجود داشته باشد که در ایران با توجه به پیشینه تاریخی در بازرگانی، بحث تجارت می‌تواند مهم‌ترین عامل شکل‌گیری این تعاملات باشد.

۶- نتیجه‌گیری

هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر اینترنت و فضای مجازی بر کسب‌وکار و درآمد و تأثیر آن بر شکل فضایی کالبد شهرها بود. با توجه به مطالعات انجام شده، اینترنت و فضای مجازی با استفاده از دو ابزار تبلیغات اینترنتی و تجارت الکترونیک، باعث به وجود آمدن کسب‌وکارهای الکترونیکی شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که اینترنت و فضای مجازی تأثیر بسیاری در رونق کسب‌وکار و درآمد دارد. به طوری که با پیدایش اینترنت و اینترنتی شدن تبلیغات، تبلیغات اینترنتی تأثیر به سزایی در فروش محصولات و خدمات داشته‌اند. چرا که درآمد حاصل از تبلیغات اینترنتی روند رو به رشد داشته‌است و این امر نشان دهنده علاقه کسبه به استفاده از تبلیغات برای فروش محصولات و خدمات داشته‌است. لازم به ذکر است یکی از دلایل استفاده از تبلیغات اینترنتی، تنوع بالای روش‌های تبلیغ و کم هزینه بودن آن می‌باشد. همچنین فضای مجازی نیز که با پیدایش اینترنت به وجود آمده‌است، سهم مهمی در رونق کسب‌وکار دارد به طوری که با کم کردن فاصله میان مشتریان و فروشندگان، امکان داد و ستد رو در رو را با حذف فضاهای کالبدی می‌دهد. با حذف این فضاها، سرمایه‌های کلانی که صرف استفاده، نگهداری و معرفی این فضاها در تبدیل به فضای شهری می‌شد را از بین می‌برد که به لحاظ اقتصادی سود را افزایش می‌دهد اما از طرف دیگر جایگاه بسترساز شکل‌گیری فضاهای شهری که محل تعاملات اجتماعی می‌باشد را از بین برده و جایگزینی برای آن ارائه نمی‌دهد.

با استفاده از اینترنت و فضای مجازی می‌توان نیاز بازار و مشتریان را فهمید و این امر باعث رونق کسب‌وکار می‌شود. تجارت الکترونیکی نیز یک نوع داد و ستد به وسیله‌ی اینترنت می‌باشد که با رعایت عوامل موثر بر رونق آن و برطرف کردن موانع موجود، می‌توان باعث رونق کسب‌وکارهای الکترونیکی شد اما انتقال این رونق از فضای حقیقی به فضای مجازی نباید به قیمت از بین رفتن بنیان‌های چند هزارساله اجتماعی باشد.

^۱ - Stephan Carr

پیشنهاد می‌شود با حمایت از سایت‌های تبلیغات اینترنتی و یکپارچه سازی آنان، بستری بهتر و موثر تر برای ارائه تبلیغات فراهم شود و همچنین با برگزاری سمینار با چنین موضوع هایی، مردم را با تبلیغات اینترنتی و تجارت الکترونیک بیشتر آشنا کنیم و از طرفی با معرفی یک فضای مشترک حاصل از تجمع کاربران مجازی، اپراتورها و افراد ذی نفوذ، جایگزین مناسبی برای فضاهای از دست رفته حاصل از تغییر پارادایم^۱ در تجارت کردن و تغییر کاربری از تجارتی به اشتراک، از فروپاشی مهم ترین کاربری ارتباط دهنده انسانی شهر ها جلوگیری کنیم.

منابع

- ۱- ابراهیمی، حسن و سید محمد باقری (۱۳۹۵)، بررسی عوامل موثر بر خرید اینترنتی شبکه های اجتماعی (اینترنت، فیس بوک، تلگرام، یوتیوب و ...)، کنفرانس جهانی مدیریت، اقتصاد حسابداری و علوم انسانی در آغاز هزاره سوم، شیراز، پژوهش شرکت ایده بازار صنعت سبز.
- ۲- ریایی، محمد و حسین امیرعزندی (۱۳۹۸) راهکارهای طراحی فضاهای عمومی با هدف شکل گیری تعاملات اجتماعی در محله گنبد کازرون، فصلنامه علمی تخصصی مطالعات شهری و پژوهش های شهری، سال دوم، شماره دوم
- ۳- اکبری مطلق، مصطفی (۱۳۸۳). عوامل ایجاد سرزندگی در فضای شهری. پژوهشکده سپیدار، ارنیکا، تهران.
- ۴- بابازاده لحاقی، سمیه و احمدی، محمد، (۱۳۹۵)، اهمیت فضای مجازی در تبلیغات و فروش محصول، کنفرانس علمی مدیریت، حسابداری، اقتصاد و بیمه، زنجان، شرکت طراحان پادنا.
- ۵- بیکن، ادموند (۱۳۷۶). طراحی شهرها. ترجمه فرزانه طاهری، مرکز تحقیقات شهرسازی و معماری ایران، چاپ اول، تهران.
- ۶- تاجبخش، گلناز و سیدحسین بحرینی (۱۳۷۸). مفهوم قلمرو در فضاهای شهری و نقش طراحی شهری خودی در تحقق آن. نشریه هنرهای زیبا، دوره ۶، شماره پیاپی ۱۰۲۶، صص ۳۱-۱۸.
- ۷- توسلی، محمود و ناصر بنیادی (۱۳۸۶). طراحی فضای شهری: فضاهای شهری و جایگاه آنها در زندگی و سیمای شهری. مرکز مطالعات شهرسازی و معماری، چاپ اول، انتشارات شهیدی، تهران.
- ۸- تولایی، نرین (۱۳۷۲). فضای شهری و روابط اجتماعی و فرهنگی، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران.
- ۹- حبیب، فرح؛ نادری، سید مجید؛ جهانشاهلو، لعل؛ و فروزانگهر، حمیده (۱۳۹۱). سنجش چارچوب ارزیابی سرمایه اجتماعی در ساختار شهر با تاکید بر نقش فضاهای عمومی؛ مطالعه موردی: شهر تهران. هویت شهر، ۱۲، ۵-۱۴
- ۱۰- حقیقی نسب، منیژه و تابعین، آزاده (۱۳۸۷). "ارزیابی میزان جذابیت و قابلیت استفاده از وب سایت " تارتا " شرکت بازرگانی پتروشیمی ایران از دیدگاه مشتریان داخلی در فضای بازار. ۲۱- ۳۸، صنعتی. " نشریه مدیریت بازرگانی، دوره اول، شماره ۱، پاییز و زمستان ۱۳۸۷.
- ۱۱- رشتیان، سید مسیح اله؛ کریم زاده، میترا و یوسف زاده، ساناز (۱۳۹۳). بررسی مدل کسب و کار سایت‌های اینترنتی در ایران، همایش ملی مهندسی رایانه و مدیریت فناوری اطلاعات، تهران، شرکت علم و صنعت طلوع فرزین.
- ۱۲- سایت تجارت الکترونیکی جمهوری اسلامی ایران، ویرایش ششم، دبیرخانه شورای عالی اطلاع رسانی، ۱۳۸۰.
- ۱۳- ستارزاده، داریوش؛ نقی زاده، محمد؛ حبیب، فرح (۱۳۸۹). فضای شهری، اندیشه‌ای اجتماعی. نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست: زمستان ۱۳۸۹، دوره ۱۲، شماره ۴، صص ۱۸۳-۱۷۳.
- ۱۴- شجاعیان، سیده فاطمه؛ ایوب محمدیان و سید علی شجاعیان، (۱۳۹۵)، شناسایی زیرساختهای عمومی مورد نیاز برای توسعه کسب و کارها در فضای مجازی ایران، سومین کنفرانس بین المللی اقتصاد، مدیریت، حسابداری با رویکرد ارزش آفرینی، شیراز، موسسه آموزشی مدیران خبره نارون.
- ۱۵- شجاعیان، سیده فاطمه؛ ایوب محمدیان و سیدعلی شجاعیان (۱۳۹۵)، شناسایی محدودیتها و موانع توسعه مدلهای کسب و کار در فضای مجازی، دومین همایش بین المللی مدیریت، اقتصاد و توسعه، تهران، موسسه علمی کیان پژوهان.
- ۱۶- شجاعی، دلارام، پرتوی، پروین. ۱۳۹۴. عوامل مؤثر بر ایجاد و ارتقاء اجتماع پذیری در فضاهای عمومی با مقیاس های مختلف شهر تهران (نمونه موردی: فضاهای عمومی دو محله و یک ناحیه در منطقه ۷ تهران). باغ نظر، سال دوازدهم، شماره ۳۴: ۱۰۸-۹۳.
- ۱۷- عامری، الناز (۱۳۹۴)، شبکه های اجتماعی اینترنتی برای توسعه کسب و کار، پنجمین کنفرانس ملی و سومین کنفرانس بین المللی حسابداری و مدیریت، تهران، شرکت خدمات برتر.
- ۱۸- فتحیان، محمد و مهدوی نور، حاتم (۱۳۹۵). مبانی و مدیریت فناوری اطلاعات. تهران: دانشگاه علم و صنعت ایران.

۱۹- فوکویاما، فرانسیس (۱۳۸۴). سرمایه اجتماعی و جامعه مدنی، در سرمایه اجتماعی به کوشش کیان تاجبخش. تهران، نشر شیرازه.

۲۰- کولین، سیمون. (۱۳۸۳). بازاریابی الکترونیکی. ترجمه شیرین گرانیامیه و همکاران. تهران: انتشارات آتنا.

۲۱- گروه تالیف و ترجمه بنیاد icdl جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۰). اینترنت و پست الکترونیک. سازمان تالیف کتب درسی: تهران.

۲۲- موسوی، سید بهشاد (۱۳۹۴). کسب‌وکار الکترونیکی و تأثیر اینترنت بر محیط رقابتی، اولین همایش علمی پژوهشی افق‌های نوین در علوم کامپیوتر و فناوری اطلاعات ایران، اسفند ۹۴، انجمن افق نوین علم و فناوری تهران.

۲۳- مختاری موغاری، مهدیه و حامد خان زاده، ۱۳۹۴، بررسی روشهای تبلیغات و مدل‌های کسب‌وکار اینترنتی، کنفرانس ملی هزاره سوم و علوم انسانی، شیراز، مرکز توسعه آموزش‌های نوین ایران (متانا).

- 24- Altman, Irwin (1993). Dialectics, physical environments, and personal relationships. *Journal Communication Monographs*, Volume 60, 1993 - Issue 1, Pages 26-34.
- 25- Boyd, D.M., Ellison, N.B (2007), Social network sites: definition, history, and scholarship, *Journal of Computer Mediat. Commun.* 13(1), article
- 26- Carmona, Matthew & Louie Sieh (2004). *Measuring Quality in Planning: Managing the Performance Process*. Routledge.
- 27- Canter, D. (1982) "Contributing to environmental design." In S. Canter & D. Canter (eds.) *Psychology in practice: Perspectives on professional psychology*. New York: Wiley.
- 28- Carr, S., Frances, M., Rivlin, L. G., & Stone, A. M. (1992). *Public Space*. New York: Cambridge University press.
- 29- Gehl, Jan (2011). *Life between Buildings: Using Public Space*. Island Press.
- 30- Hillstrom L (2009), *Online Social Networks*, Lucent Book.
- 31- Jacobs, Jane (2016). *The Death and Life of Great American Cities*. Reprint Random House
- 32- Lang, J. (1987). *Creating architectural theory: The role of the behavioral sciences in environmental design*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- 33- Lang, Jon (1994). *Urban Design: The American Experience*. John Wiley & sons Inc, New York.
- 34- Laudon, K. C., & Traver, C. G. (2009). *E-commerce: Business, Technology, and Society 2009*, Fifth Edition, by Kenneth C. Laudon and Carol Guercio Traver. Chapter 2, 2009.
- 35- MacGregor, R. C., & Vrazalic, L. V. (2005), "A basic model of electronic commerce adoption barriers: A study of regional small businesses in Sweden and Australia", *Journal of Small Business and Enterprise Development*, 12 (4), 510-527.
- 36- Madanipour Ali (2001). Concepts of Space. In: Madanipour, A; Hull, A; Healey, P, ed. *The Governance of Place: space and planning processes*. Aldershot: Ashgate, pp.19-22.
- 37- Montgomery, John (1998). Making a city: Urbanity, vitality and urban design. Taylor & Francis, *Journal of Urban Design*, 3, no. 1 (1998): 93-116
- 38- Pateli, A. (2002), "A domain area report on business models", ELTRUN White Paper, available at: www.eltrun.gr.
- 39- Punter, J. V. 2007. Developing Urban Design as Public policy: Best Practice Principles for Design Review and Development Management. *Journal of Urban Design* 12(2), pp. 167-202
- 40- Putnam, Robert. (1995). Tuning in, Tuning out: The strange disappearance of social capital in America. *PS: Political science and politics*, vol.28.no.40.pp:664-683.
- 41- Rogers, W. (2003). *The Excellent City Park System*, in what makes it great and how to get there, (Ed) P Hamnik. The Trust for Public Land, Pub, Washington DC.
- 42- Sitte, Camillo (2013). *The Art of Building Cities: City Building According to Its Artistic Fundamentals*. Reprint of 1945 Edition, Martino Fine Books
- 43- Syed, G., (2012), "Barriers in Implementaion of E-Business Technologies in Small and MediumEnterprises(SMEs) in Pakistan", *Romanian Statistical Review* nr. 4/2012.
- 44- Tibbalds, F. (1992). *Making People Friendly Towns: Improving the Public Environments in Towns and Cities*. Harlow: Longman Press.
- 45- Turba, E., Lee, J., King, D. and Chung, H.M., *electronic commerce: A Management Perspective*, prentice Hall, 2000.
- 46- Whyte, William Hollingsworth (2001). *The social life of small urban spaces*. Project for Public Spaces, 8th reprint, New York.

مطالعه پارامتری تأثیر باز شوها بر سختی درون صفحه دال‌های دوطرفه مجوف؛ یوبوت
سید علیرضا کازرونیان، جعفر گشمر دی

بررسی دوام لرزه‌ای اتصال مهاربند در قاب‌های مهاربندی شده فولادی
زهره حاجی محمدی، علی بیگلری فدافن

ارزیابی عملکردی و کیفی پارامترهای مقاومتی بتن پرمقاومت و خود تراکم
حامد ترابی خداشهری، مسعود نوروزی نژاد، سید جلال‌الدین اعلمی

مطالعه آزمایشگاهی اثر سورفکتانت کاتیونی هگزادسیل تری متیل آمونیوم بر مایند در
غلظت‌ها و pHهای مختلف بر روی افزایش بازیافت نفت از مخازن نفتی
طاهره وریدی مقدم، آرمان وریدی مقدم

اثر ویژگی ایده پذیرفته شده در سیستم پیشنهادات بر ارزیابی آن در شرکت
امامعلی ساعتی، حامد شاکریان، محمدنظیر پرویز

سنتز نانوذرات مگنتیت به عنوان حامل دارویی برای ارسال کنترل‌شده - فلوئورواوراسیل
ثریا جوهری، مهدی فرامرز

مروری بر گسیختگی پیش‌رونده ساختمان‌های فولادی
مهران بی‌ریا

بررسی تأثیر تجارت الکترونیک بر باز تعریف از فضای شهری
حسین امیرعضدی، مهدی رضوی زاده کازرونی، مریم حسنی

پژوهش‌های نهمین فصل هم‌مهندسی

۰۲۱ ۳۳۳ ۲۰ ۲۴۸۷ ۰۲۱ ۴۳۳ ۸۵۷۱ ۲۴
۰۲۶ ۳۲۷۲ ۴۷۸۷ ۰۲۶ ۳۲۷۴ ۷۱۵۸
تهران: افسریه، ۱۵ متری چهارم، کوچه ۳۸، پلاک ۲۸، واحد ۲
کرج: چهارراه هفت‌تیر، خیابان لاله ۱، پلاک ۱۴، طبقه همکف