پیش بینی مقاومت بتن خودمتراکم در سازه های ساحلی با استفاده ازسیستم فازی

احسان عدیلی[۱]، دادرحمان بامری[۲]، محمدرودینی [۳]

[۱] استادیارگروه مهندسی عمران، دانشگاه ولایت
[۲]دانشجوی کارشناسی ارشدسازه، دانشگاه ولایت
[۳] دانشجوی کارشناسی ارشدسازه، دانشگاه هاتف

چکیده

ا ستفاده از بتن خودمتراکم به دلیل مزایای منا سب آن مانند عدم نیاز به ویبره و متراکم نمودن روز به روز در حال گسترش ا ست. ازطرفی کاربرد این بتن در سازه های ساحلی مانند ا سکله و پایه پلها مورد توجه قرار دارد. از طرفی برر سی های آزمایشگاهی در مورد نمونه های بتنی در ساحل سخت و هزینه بر است. در این تحقیق جهت بررسی رفتار و پیش بینی مقاومت بتن خودمتراکم در سازه های ساحلی از یک سیستم فازی استفاده گردیده است. جهت تعریف سیستم فازی بایستی توابع تعلق ورودی و خروجی تعریف گردند که در اینجا جهت تعریف آنها نمونه های بتنی مکعبی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر ساخته شدند و در شرایط مختلف تحت آب دریا قرار گرفتند. بعد از تعریف توابع تعلق ورودی و خروجی بر اساس نتایج آزمایشگاهی بد ست آمده، تدوین قواعد اگر-آنگاه انجام گردید و پس از آن جهت تکمیل سیستم فازی از موتور ا ستنتاج ممدانی ا ستفاده گردید. درنهایت مشخص شد که سیستم فازی می تواند مقاومت نمونه های بتنی خود متراکم در سازه های ساحلی را به دقت پیش بینی نماید.

واژه های کلیدی

بتن خودمتراکم، سازه ساحلی، فازی، پیش بینی

۱-مقدمه

اســتفاده از بتن خود متراکم(SCC[1]) به دلیل مزایای فراوان آن روز به روزگســترش می یابد. بســیاری از محققان رفتار بتن های خودمتراکم را در شرایط مختلف مورد برر سی قرارداده اند[۱-۵]. عمدتا بتن خودمتراکم به سادگی اجرامی گردد و می تواند خلل و فرج بین آرماتورها را پرنماید. به همین دلیل رغبت به اجرای این نوع بتن در همه سازه ها وجود دارد. یکی ازانواع سازه هایی که درمعرض خطرات محیطی مختلف قراردارد و نحوه خوردگی و رفتار بتن آن حائز اهمیت می باشد سازه های ساحلی هستند[۶]. اهمیت بررسی رفتار بتن در سازه های ساحلی به حدی است که می تواند بخش عمده ای از تحقیقات مهندسی را تشکیل دهد. در این مورد به دلیل سخت بودن آزمایشات و هزینه بر بودن آنها، مهندسان همواره تمایل دارند از سیستم های پیش بینی نرم افزارهای ریا ضی ا ستفاده نمایند. یکی از روش های کاربردی برای پیش بینی رفتارهای سیستم های مهند سی ا ستفاده از سیستم های فازی می با شد. سیستم فازی یک روش قدرتمند در ریا ضیات هو شمند جهت پیش بینی و کنترل پارامترهای مختلف می با شد که بصورت گسترده در علوم مهند سی مورد توجه قرارمی گیرد. تجربه محققان نشان می دهد که این سیستم می تواند بصورت هوشمند با دقت بالا فرآیندهای مختلفی را کنترل و یا پیش بینی نماید[۱۲-۷]. نکته مهم در مورد سیستمهای فازی سادگی، کاربردی بودن و عملیاتی شدن آنها به خصوص برای کاربردهای مهند سی ا ست. یک سیستم فازی عمدتاً بخش های پیچیده ای ندارد و ا ساساً منطق و ریا ضیات فازی نیز کاربردی، ساده و همه فهم است.

در این تحقیق نخ ست نمونه های بتنی خود متراکم ساخته شده اند و جهت عمل آوری منا سب در محل ساحل قرار داده شده اند. این نمونه ها تحت جذر و مد دریای عمان قرار گرفتند و پس از ر سیدن به سن منا سب، در آزمایشگاه شکسته شدند. پس از آن براساس مقاومت و رفتار نمونه ها، توابع تعلق فازی شکل گرفتند و در نهایت با تشکیل موتور استنتاج فازی، سیستم فازی تکمیل گردید. جهت کنترل سیستم فازی برخی نتایج آزمایشگاهی با نتایج سیستم فازی مورد مقایسه قرار گرفت و صحت عملکرد سیستم فازی تائید گردید.

۲ برنامه آزمایشگاهی

1- Self consolidated concrete

جهت ســـاخت و تهیه نمونه های بتنی خود متراکم، در ابتدا این نوع بتن در آزمایشـــگاه تولید گردید. پس از تهیه وتائید خود متراکم بودن بتن، ساخت نمونه های اصلی آغاز گردید. جدول 1طرح اختلاط نمونه های بتنی خود متراکم را نشان می دهد. البته میزان آب متغیر بوده و نسبت آب به سیمان در نمونه های مختلف متفاوت بوده است.

جدول ۱طرح اختلاط بتن خود متراکم

ماده	مقدار (کیلوگرم)
سیمان	۱۵/۱۲
ماسه	۶۰/۵۰
سنگدانه	۴۹
آب	۶
فوق روان کننده	۰/۴

همچنین سیمان مورد استفاده در این تحقیق دارای مشخصات فیزیکی و شیمیایی بوده که در جدول ۲و ۳ ارائه گردیده اند. جهت ساخت نمونه ها از سیمان پوزولانی خاش استفاده گردیده است.

جدول ۲ مشخصات فیزیکی سیمان

FREE Cao	Blain(cm2/gr)	Setting time(min)		Autoclave expansion (%)	Compressive strength (Kgr/cm2)		
		Initial	Final		3Days	7 Days	28 Days
<1.5	3100-3300	>110	<210	<0.10	170-200	270-300	380-410

جدول ۳ مشخصات شیمیایی سیمان

C_3A	%Ins.Res	%SiO2	%Al2O3	%Fe2O3	%CaO	%MgO	%Na2O	% K2O	%Cl	%SO3	%L.O.I
-	-	25.5-27	6.5-8	3.5-4.5	55-57	2.2-2.8	<1	<1	<0.03	1.7-2.2	<1.5

پس از ساخت نمونه ها، آنها برای قرارگرفتن در شرایط ساحلی و درک شرایط دقیق آب دریای عمان به ساحل چابهار فرستاده شدند و دقیقا در معرض آب دریای عمان قرار گرفتند. پس از رسیدن به سن مورد نظر، این نمونه ها به آزمایشگاه برگردانده شدند و تحت شکست قرار گرفتند. جهت بررسی مقاومت فشاری آنها از جک فشاری موجود در آزمایشگاه دانشگاه ولایت استفاده گردید. نحوه نگهداری نمونه ها در ساحل و شکست آنها به ترتیب در شکل های ۱ و ۲ نشان داده شده است. مقاومت فشاری نمونه ها نیز در نمودارهای شکل های ۲و۳ بصورت نمودار میله ای نشان داده شده است.

شکل ۱- نحوه نگهداری نمونه ها در ساحل دریای عمان

شکل ۲- نحوه شکستن نمونه ها با جک دیجیتال

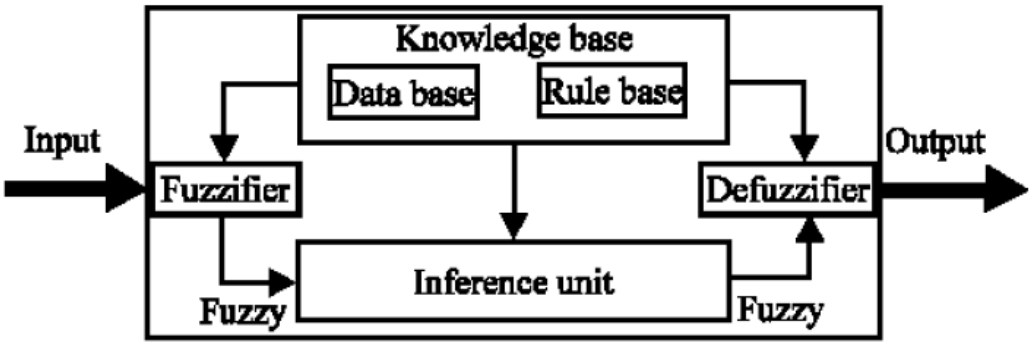
شکل ۳- نمودار مقاومت فشاری

شکل ۴- نمودار مقاومت فشاری

۳- سیستم فازی

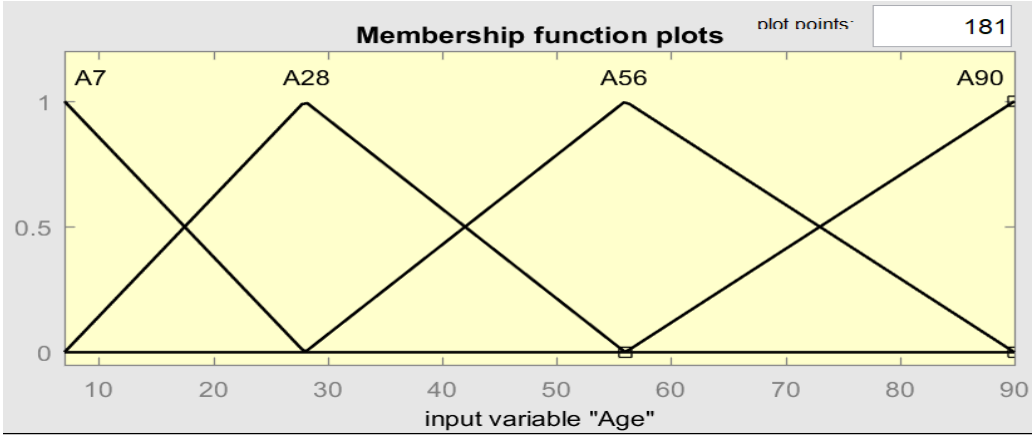
سیستم های فازی سیستم های هوشمند مبتنی بر ریاضیات فازی هستند که بر اساس منطق فازی پایه گذاری شده اند. در این سیستم منطق فازی حاکم است که اساسا با منطق ریاضیات کلاسیک متفاوت بوده و مبنای آن سیستم ۰ و ۱ نیست. این سیستم ها که مبتنی بر ریاضیات فازی هستند قابلیت انجام پروژه های هوشمند را دارند. در واقع با کمک سیستم های فازی می توان رفتار یک مجموعه فنی را پیش بینی نمود یا پارامتر

خاصی را کنترل کرد. امروزه ابزارهای فراوانی بر اساس سیستم های فازی کد نویسی می شوند. به هر صورت ساختار یک سیستم فازی مطابق شکل ۵ است.

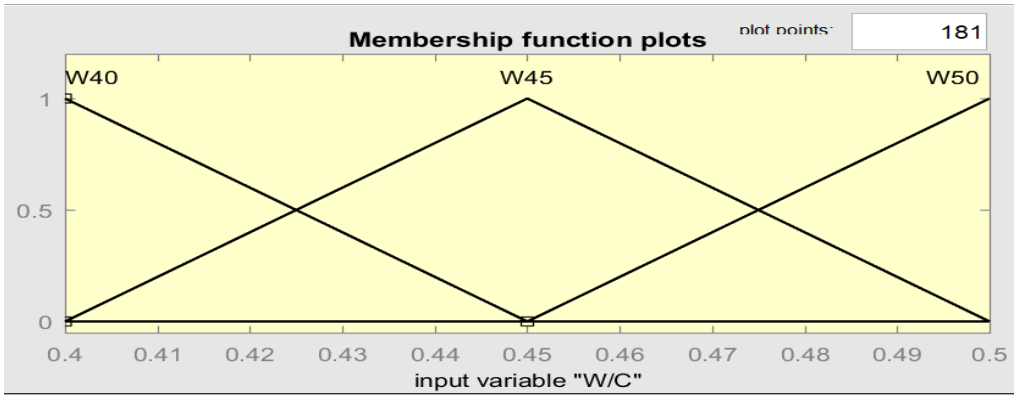


شکل ۵- ساختار عمومی یک سیستم فازی

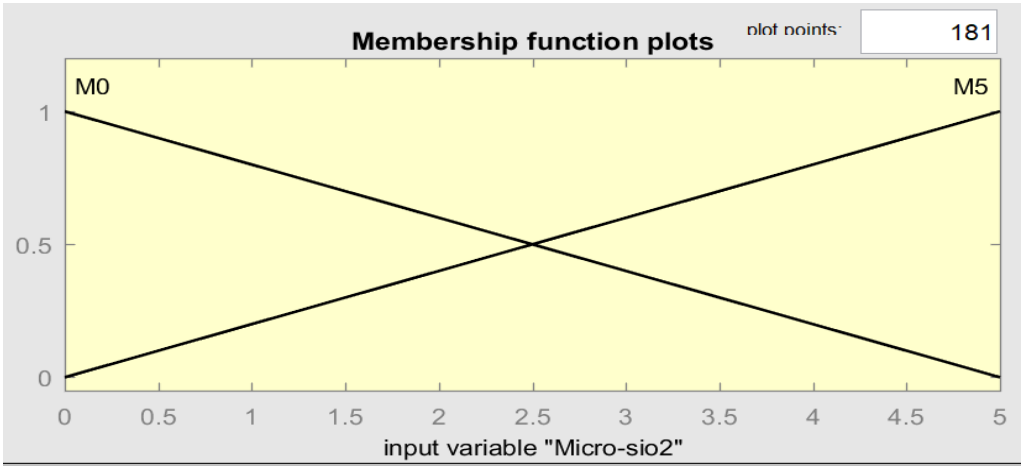
هر سیستم فازی متشکل از توابع تعلق فازی ورودی و خروجی می باشد که البته بایستی توسط فرد خبره در آن زمینه یا بر مبنای آزمایشات حاصل آیند. در اینجا چهار پارامتر نسبت آب به سیمان، مقدار میکروسیلیس، میزان نانوسیلیس و سن نمونه به عنوان توابع تعلق ورودی و مقدار مقاومت فشاری نمونه به عنوان پارامتر خروجی در نظر گرفته شده است. به همین منظور شکل های ۶ تا ۹ توابع تعلق ورودی و شکل ۱۰ تابع تعلق خروجی را نشان می دهند.



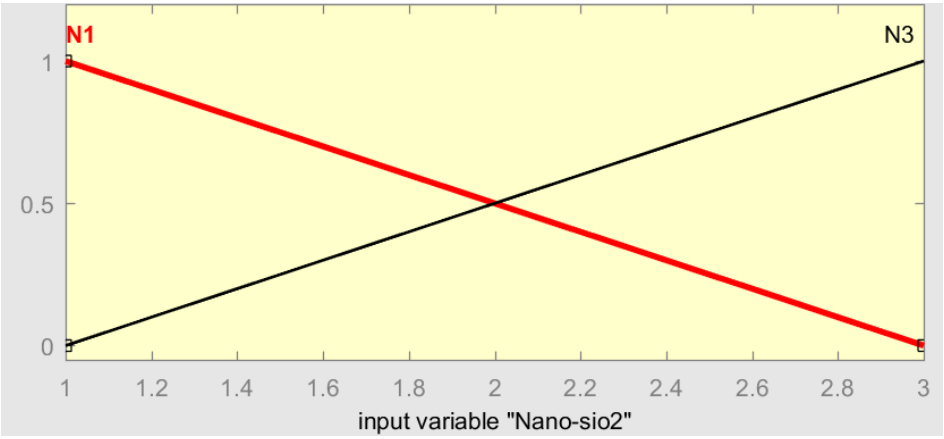
شکل ۶- تابع تعلق سن نمونه ها



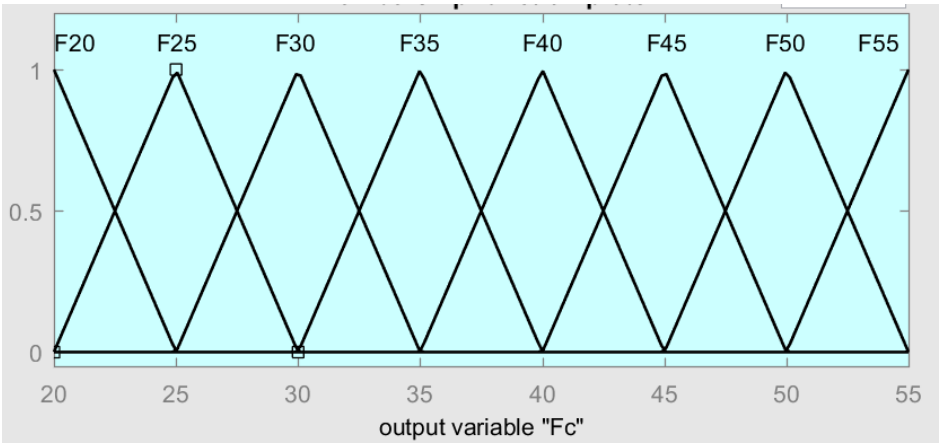
شکل ۷- تابع تعلق نسبت آب به سیمان



شکل ۸- تابع تعلق نسبت میکروسیلیس



شکل ۹- تابع تعلق نسبت نانوسیلیس



شکل ۱۰- تابع تعلق مقاومت فشاری بتن

بر مبنای توابع تعلق فازی، قواعد اگر – آنگاه برقرار و موتور استنتاج فازی ممدانی تشکیل گردید و در واقع سیستم فازی تکمیل شد. در نتیجه این سیستم می تواند با دریافت مقادیر ورودی مورد نظر، مقاومت فشاری نمونه های بتنی نگهداری شده در ساحل دریای عمان را مورد پیش بینی قرار دهد.

۴- نتیجه گیری

سیستم فازی یک شیوه ساده برای محاسبات هوشمند در علوم کاربردی و مهندسی است. به کمک این سیستم می توان در مورد کنترل برخی پارامترهای مهندسی مورد نیاز اقدام نمود یا اینکه با کمک این ریاضیات هوشمند پارامترهای مختلفی را مورد پیش بینی قرار داد. آنچه در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفته یک سیستم فازی هوشمند است که توابع تعلق آن بر مبنای تجربیات فردی و نتایج آزمایشگاهی تعریف گردیده اند. استفاده از موتور استنتاج ممدانی و تعریف قواعد اگر آنگاه مناسب می تواند دقت سیستم فازی را در محاسبات هوشمند بالا ببرد. در اینجا این سیستم برای پیش بینی مقاومت فشاری بتن های بکار رفته در سواحل مورد استفاده قرار گرفت. این نوع بتن که در سازه های ساحلی مانند اسکله و پل کاربرد فراوانی دارند بایستی مقاومت مناسب داشته باشند. سیستم فازی تعریف شده در این مقاله توانست با دقت زیاد و با خطای کمتر از ۱۰ درصد مقاومت نمونه های مذکور را مورد پیش بینی قرار دهد.

منابع و مراجع

۱- محمدی، سیدحمید و بیرقی، حمید،۱۴۰۰،طرح اختلاط و محدوده مناسب دانه بندی بتن خود متراکم بر اساس مصالح منطقه سمنان،هشتمین کنفرانس ملی پژوهش های کاربردی در مهندسی عمران،معماری و مدیریت شهری،تهران

۲- میرهادی، سید رضا و قدیریان، رضا،۱۳۹۹،بررسی تاثیر استفاده از مواد نانو (اکسیدآهن ،اکسیدگرافن،اکسیدتیتانیوم .سیلیس) بر خواص مکانیکی بتن خود متراکم،سومین کنگره ملی شیمی و نانوشیمی از پژوهش تا فناوری،تهران،

۳- حمتی، کمیل و حاتمی شیرکوه، آرمان و محتشم معین، محمد و اسدی، محمد علی،۱۳۹۹،بررسی خصوصیات سخت شده و تازه بتن خود متراکم با استفاده از ضایعات کارخانجات کاشی،پنجمین کنفرانس بین المللی پژوهش های کاربردی در علوم و مهندسی،

۴- نصیری انصاری، نسیم،۱۳۹۹،مروری بررفتار خواص بتن تازه،ملاتهای خود متراکم حاوی افزونی های متفاوت،ششمین کنفرانس بین المللی پژوهشهای نوین در عمران، معماری، مدیریت شهری و محیط زیست،کرج

۵- روزبهانی، علی و احمدی ندوشن، بهروز و خداداد سریزدی، مهدی،۱۳۹۹،پیش بینی مقاومت فشاری بتن خود متراکم حاوی افزودنی های معدنی پودر زئولیت و میکروسیلیس با استفاده از شبکه عصبی مصنوعیANN ،دوازدهمین کنگره ملی مهندسی عمران،تبریز،

۶- اسکندری، مهدی و حاتمی، سمیه و آریان پور، یاسر،۱۳۹۹،بررسی رفتار دال بتنی ساخته شده از بتن خود متراکم تقویت شده با الیاف فولادی،یازدهمین کنفرانس ملی مهندسی عمران، معماری و توسعه شهری،بابل

۷- سفندیاری درآباد، فریبا و خیری زاده، منصور و رحیمی، مسعود،۱۴۰۱،تحلیل فضایی مخاطره سیلاب در حوضه آبریز نیرچای با استفاده از مدل HEC-HMS و منطق فازی،

۸- قائدرحمتی، ابوطالب و کماسی، مهدی،۱۴۰۰،تحلیل دینامیکی ساختمانهای بتن آرمه با رویداشت شبکه عصبی فازی - تطبیقی و همسنجی با روابط تجربی آیین نامه ۲۸۰۰ ایران،اولین کنفرانس ملی مهندسی عمران، توسعه هوشمند و سیستم های پایدار،گرگان

۹- ائدرحمتی، ابوطالب و کماسی، مهدی و علیزاده، مهدی،۱۴۰۰،تحلیل دینامیکی ساختمانهای بتن آرمه با رویداشت شبکه عصبی فازی - تطبیقی و شبکه عصبی GMDH و مقایسه با روابط تجربی،اولین کنفرانس ملی مهندسی عمران، توسعه هوشمند و سیستم های پایدار،گرگان

۱۰- ضایی فرد، علی و رضایی فرد، عطا و خلیق، جواد،۱۳۹۹،طراحی مدل اختلاط بتن های حاوی مواد جایگزین سیمان با استفاده از شبکه عصبی- فازی(ANFIS) ،ششمین کنفرانس بین المللی عمران، معماری و شهرسازی،تهران

۱۱- اراحمدی، علیرضا و باباعلی، حمیدرضا،۱۳۹۹،پیش بینی پریود سازه های بتن آرمه بر اساس پارامترهای هندسی با استفاده از شبکه عصبی فازی- تطبیقی

۱۲- اظمی کلستانی، سینا و نوروزی مقدم، علی و فیلی، اردلان،۱۳۹۸،بررسی و رتبه بندی عوامل کاهش کیفیت بتن در پروژه های ساختمانی با زیر بنای کمتر از ۲۰۰۰ متر مربع در کلان شهر شیراز با رویکرد AHP فازی،سومین کنفرانس بین المللی محاسبات نرم،رودسر