

پیش بینی مقاومت فشاری ۲۸ روزه بتن از طریق مقاومت ۷ روزه

احسان جهانی^۱، کیوان سامتی بلسبنه^۲، مرصاد موسوی زاده^۳

^۱ استادیار گروه مهندسی عمران، دانشگاه مازندران، دانشکده فنی

^۲ دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشگاه پردیسان، دانشکده عمران

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد زلزله، دانشگاه پردیسان، دانشکده عمران

^۱ e.jahani@umz.ac.ir

^۲ keivansameti@yahoo.com

^۳ mersadmousavizade@gmail.com

چکیده

بتن از مصالح بسیار پر کاربرد و مهم در صنعت ساختمان به ویژه در سازه های بتنی میباشد. جهت طراحی سازه های بتنی مبنای آن مقاومت فشاری بتن در ۲۸ روز است. از این رو آیین نامه ها و منابع علمی برای صرفه جویی در زمان روابطی را پیشنهاد داده اند تا به کمک آن در سنین کم بتن مثل ۱، ۳، ۷ روزه نیز بتوان مقاومت ۲۸ روزه آن را پیش بینی کرد. البته این روابط و ضرایب ممکن است با توجه به تفاوت شرایط آب و هوایی، کیفیت سیمان، شرایط عمل آوری، امکانات و تجهیزات کارگاهی تولید بتن و ... در کشورمان قابل استفاده نباشند. برای بررسی این مطلب و بررسی محتمل ترین تابع توزیع، اطلاعات آزمایشگاهی بیش از ۳۰۰۰ نمونه مکعبی در گستره استان مازندران و در بازه زمانی سال ۱۳۹۴ مورد مطالعه و تحقیق قرار گرفته است. بررسی نتایج حاصله از این تحقیق نشان میدهد برخلاف مبحث نهم مقررات ملی ساختمان که ضریب ۱/۵۱ را برای پیشبینی مقاومت ۲۸ روزه توسط بتن ۷ روزه ارائه داده است این عدد با اختلاف تقریباً زیادی حدود ۱/۳۰ میباشد. همچنین جهت بررسی بهترین تابع توزیع به کمک نرم افزار ایزی فیت ۶۵ تابع مختلف مورد بررسی قرار گرفت و بهترین و نزدیکترین تابع برای هر شهر و همچنین کل استان بدست آمد.

واژه های کلیدی: آزمایش مقاومت فشاری بتن، مقاومت فشاری در سنین مختلف، پیشبینی مقاومت فشاری، سن بتن

Predicting 28 Days Compressive Strength of Concrete From 7 Days Test Result

Ehsan Jahani ¹, Keyvan Sameti Balesboneh ², Mersad Mousavizadeh ³

¹ University of Mazandaran, P.O. Box 47416-95447, Babolsar, Mazandaran, IRAN

² M.sc candidate, department of Civil Engineering, university of Pardisan, Mazandaran, IRAN

³ M.sc candidate, department of Civil Engineering, university of Pardisan, Mazandaran, IRAN

¹ e.jahani@umz.ac.ir

² keivansameti@yahoo.com

³ mersadmousavizade@gmail.com

Abstract:

Concrete is one of the most widely used materials in the construction industry, especially in concrete structures. The concrete structures are designed based on the compressive strength of concrete at 28-day age. Several regulations and scientific sources have suggested relations that would make it possible to predict the concrete's 28-day strength at early ages of 1, 3, or 7 days. However, because of different climate conditions, cement quality, curing conditions, facilities and equipment of the workshop, etc. these relations and coefficients might be useless in our country. In order to investigate this matter and identify the most likely distribution functions, the laboratory information of more than 3000 cubic samples across the Iranian province of Mazandaran were examined throughout 2015. The results indicate that in contrast to the Section IX of the Iranian National Building Regulations, which predicts the strength of 1.51 for a 7-day concrete, this value stands at the low number of 1.30. Also, various functions were examined by Easy Fit 65, and the best functions for each city and for the whole province were obtained.

Keywords: testing compressive strength of concrete, compressive strength at different ages, predicting compressive strength, age of concrete

مقدمه :

با توجه به فاکتور زمان در اجرای سازه های بتنی همواره راهکارهایی جهت به حد اقل رساندن مدت زمان اجرای پروژه مورد توجه بوده است. از این رو مبحث نهم مقررات ملی ساختمان جهت پیش بینی مقاومت ۲۸ روزه بتن (یا همان مقاومت طراحی) در سنین کمتر جدولی به شرح جدول شماره یک ارائه داده است. [۱] ، برای مثال به کمک اطلاعات آزمایشگاهی برای مقاومت بتن هفت روزه ساخته شده با سیمان تیپ یک میتوان مقاومت ۲۸ روزه و یا ۹۰ روزه آن را پیشاپیش حدس زد.

به عنوان یک مثال عددی برای بتنی که با سیمان تیپ یک تهیه شده و در تاریخ ۷ روزه ، مقاومت فشاری ۲۷۴ کیلوگرم بر سانتی متر مربع را دارا میباشد با توجه به جدول و با یک تناسب ساده میتوان مقاومت سن بیست و هشت روزه آن را ۴۱۵ در نظر گرفت.

جدول ۱- جدول تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن

نوع سیمان	یک روزه	۷ روزه	۲۸ روزه	۹۰ روزه
سیمان تیپ ۱	۰/۳	۰/۶۶	۱	۱/۲
سیمان تیپ ۲	۰/۲۳	۰/۵۶	۰/۹	۱/۲
سیمان تیپ ۳	۰/۵۷	۰/۷۹	۱/۱	۱/۲
سیمان تیپ ۴	۰/۱۷	۰/۴۳	۰/۷۵	۱/۲
سیمان تیپ ۵	۰/۲	۰/۵	۰/۸۵	۱/۲

همان گونه که در جدول نیز مشاهده میشود تمامی تیپ های مختلف سیمان در مقاومت ۹۰ روزه با هم برابر میباشد .

۱- بررسی تاثیر نوع سیمان و سن بتن بر روی مقاومت فشاری نسبی بتن بر اساس روابط ارائه شده

وقتی هیچ گونه اطلاعاتی در مورد مصالح مصرف شده در دسترس نباشد میتوان مقاومت ۲۸ روزه را ۱/۵ برابر ۷ روزه در نظر گرفت و برای سیمان پرتلند معمولی ، نسبت مقاومت را بین ۱/۳ تا ۱/۷ میتوان در نظر گرفت . لازم به ذکر است در هوای گرم ، روند کسب مقاومت اولیه زیاد بوده و نسبت مقاومت ۲۸ به ۷ روزه کمتر از محیط هوای سرد می باشد. [۲]

در آیین نامه DIN آلمان رابطه بین مقاومت فشاری ۷ و ۲۸ روزه بین دو حد زیر با توجه به شرایط عمل آوری تعریف کرده است :

$$f_{c, 28} = 1/4 f_{c, 7} + 10$$

$$f_{c,28} = 1/7 f_{c,7} + 59$$

همچنین پیرو نیز رابطه بین مقاومت ۷ روزه و ۲۸ روزه را به صورت زیر معرفی کرده است [۲]

$$f_{c,28} = k_2 * (f_{c,7})^{k_1}$$

که در آن k_1 , k_2 ضرایبی هستند که با توجه به نوع سیمان و شرایط عمل آوری متفاوت می باشد . k_1 بین ۰/۳ تا ۰/۸ و مقدار k_2 بین ۳ تا ۶ متغیر است .

۲- تعداد و محل اخذ نمونه ها

برای بررسی بیشتر جدول مبحث ۹ و روابط داده شده ، کمی بیشتر از ۳۰۰۰ نمونه در سراسر استان مازندران در محدوده سال ۱۳۹۴ مورد بررسی و مطالعه قرار گرفت. از این تعداد نمونه بیشترین تعداد آن متعلق به شهرستانهای آمل ۴۶۶ و کمترین آن متعلق به شهرستانهای بابلسر با ۱۳۴ نمونه میباشد . این تعداد نمونه از نظر مقدار و پراکندگی آن ، قابل توجه میباشد . همچنین برای قابل قبول بودن پراکندگی و دریافت نتایج بهتری شده است کلیه آزمایشها در ساختمان های خصوصی و چه در پروژه های دولتی توامان مورد بررسی قرار گیرد تا درصد خطا به پایین ترین سطح خود برسد .

جدول ۲- جدول تعداد نمونه های اخذ شده به تفکیک هر شهرستان و کل استان

تعداد نمونه	نام شهر	تعداد نمونه	نام شهر
۱۸۰	بهشهر	۳۸۰	ساری
۳۹۶	نور	۳۹۶	بابل
۴۶۶	آمل	۳۶۸	نوشهر
۴۴۱	رامسر	۱۳۴	بابلسر
۳۰۹۴	کل استان	۳۳۳	قائمشهر

۳- محاسبه ضریب پیشبینی بر اساس نمونه های موجود به تفکیک هر شهر

جدول ۳- جدول بررسی میانگین ضریب پیشبینی برای هر شهر و کل استان

نام شهر	میانگین ضریب
ساری	۱/۲۶۷
بابل	۱/۳
نوشهر	۱/۳۴
بابلسر	۱/۲۸
قائمشهر	۱/۳۰۸
بهشهر	۱/۵۷
نور	۱/۳۴
آمل	۱/۲۵
رامسر	۱/۲۸
کل استان	۱/۳۲

همان گونه که میتوان از جدول استنباط کرد بیشترین میانگین مربوط به بهشهر با ضریب پیش بینی ۱/۵۷ و کمترین میانگین آن مربوط به آمل با ضریب ۱/۲۵ میباشد. مقدار بیشینه این ضریب نیز در شهرهای نور و نوشهر با عدد ۲/۵ و کمترین آن نیز با ۱ در نوشهر و نور ثبت گردید. نکته حائز اهمیت در این جدول این است که ضریب پیشبینی مقاومت فشاری بتن ۲۸ روزه بر بر اساس بتن ۷ روزه با عدد آیین نامه که ۱/۵۱ بوده است تفاوت ۰/۱۹ داشته است. با توجه به این مطلب که مقاومت ۲۸ روزه بتن ملاک طراحی میباشد به نظر میرسد با توجه به کمتر بودن ضریب نیاز به بازنگری در ضرایب دیده میشود. برای مثال بتنی که در سن ۷ روزه گوی دارای مقاومت ۲۱۰ کیلوگرم بر سانتی متر مربع میباشد با توجه به جدول آیین نامه میتوان مقاومت ۳۱۷/۱ کیلوگرم بر سانتی متر مربع را از آن انتظار داشت حال آنکه بر اساس داده های آماری این عدد برای سن ۲۸ روز حدود ۲۷۷/۲ کیلوگرم بر سانتی متر مربع است و اختلاف تقریبی ۴۰ در این دو دیده میشود!

۴- انحراف از معیار و کواریانس

در جدول زیر نیز میزان انحراف از معیار و کواریانس ضریب آگاهی به تفکیک هر شهر و در کل استان مازندران نشان داده شده است.

جدول ۴- جدول انحراف از معیار و واریانس برای شهرهای مختلف و کل استان

نام شهر	انحراف از معیار	C.O.V
ساری	۰/۱۱	۰/۰۹
بابل	۰/۱۳	۰/۱۰
نوشهر	۰/۲۷	۰/۲۰
بابلسر	۰/۱۳	۰/۱۰
قائمشهر	۰/۱۴	۰/۱۱
بهشهر	۰/۱۹	۰/۱۲
نور	۰/۲۷	۰/۲۰
آمل	۰/۱۲	۰/۱۰
رامسر	۰/۱۱	۰/۰۸
کل استان	۰/۱۸	۰/۱۴

همانگونه که در جدول نیز مشخص است میزان کمترین انحراف از معیار برای رامسر و ساری با ۰/۱۱ و نوشهر و نور هردو با ۰/۲۷ بیشترین مقدار را به خود اختصاص داده اند . به همین ترتیب برای واریانس نیز رامسر با ۰/۰۸ کمترین و نوشهر . نور با ۰/۲۰ بیشترین مقدار بوده است

۵- تابع توزیع حاکم به تفکک هر شهر و کل استان

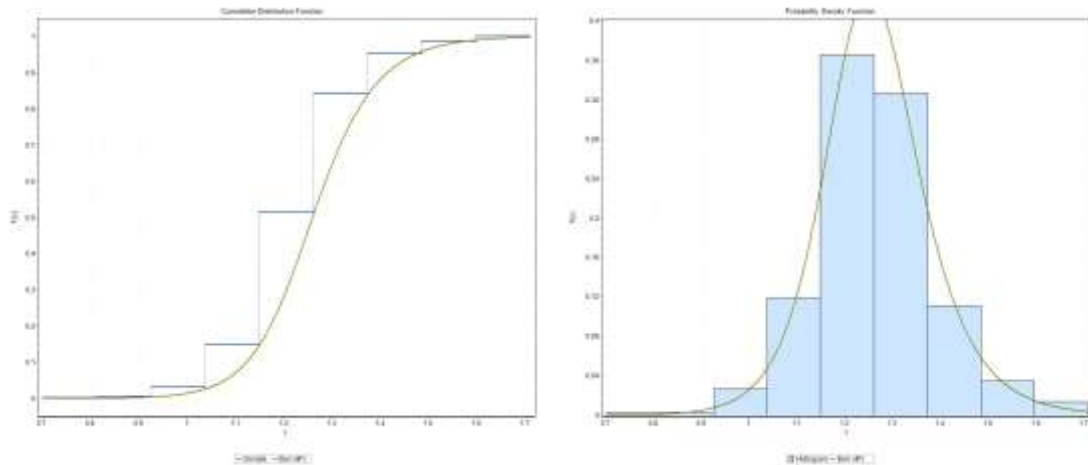
مناسب ترین تابع توزیع احتمالاتی با توجه به آزمون‌های اسمیرنوف و اندرسون دارلینگ توسط نرم افزار ایزی فیت با ۶۱ تابع توزیع مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

جدول ۵ - جدول بهترین تابع توزیع حاکم به تفکیک هر شهر و به واسطه آزمون های مختلف

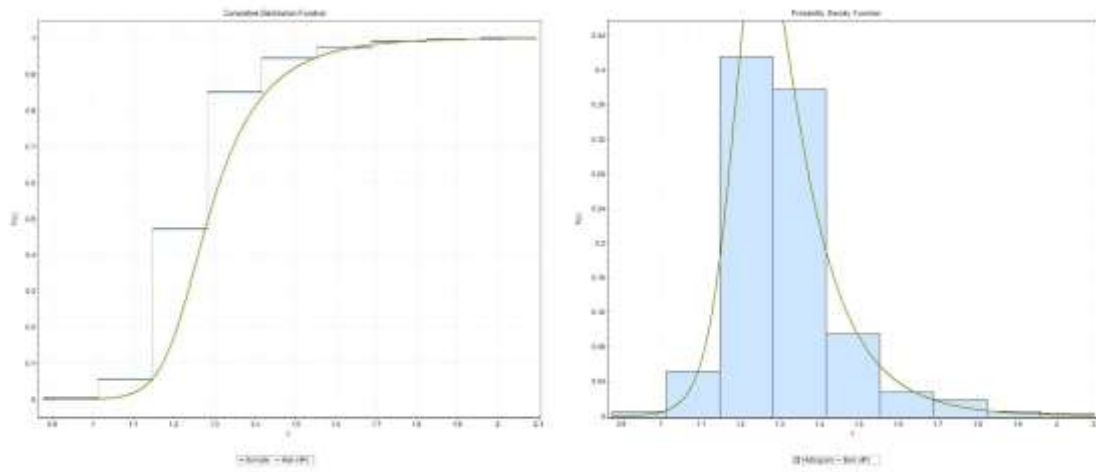
نام شهر	Smirnov	Anderson Darling
ساری	Burr(4p)	Burr(4p)
بابل	Burr(4p)	burr
نوشهر	burr	burr
بابلسر	Fatigue life (3p)	Johanson SB
قائمشهر	Burr(4p)	Burr(4p)
بهشهر	Burr(4p)	Burr(4p)
نور	Burr	Burr
آمل	Log-Logestic 3p	Burr
رامسر	Burr(4P)	Burr(4P)
کل استان	Burr	Couchy

در اشکال زیر توابع توزیع حاکم برای توابع چگالی احتمال و همینطور تابع توزیع تجمعی را برای هر شهر به تفکیک نمایش داده شده است.

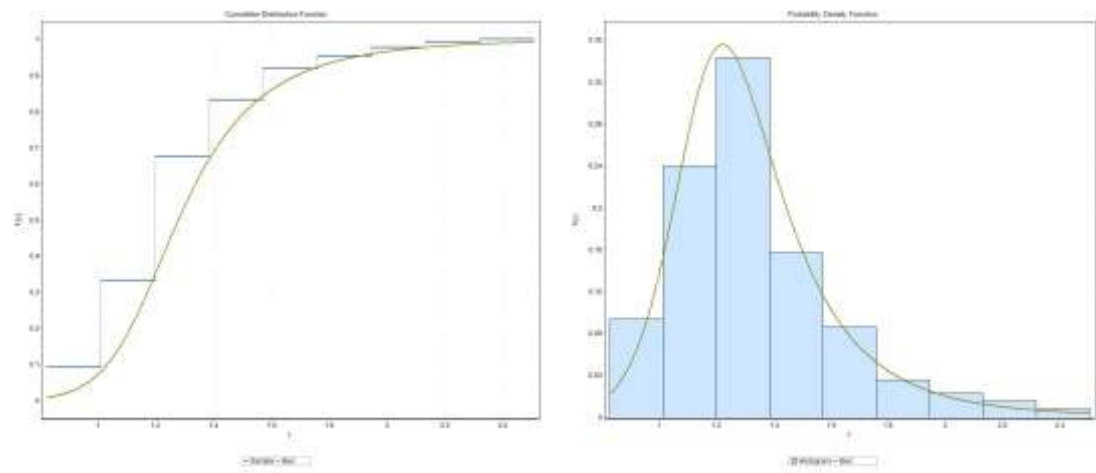
شکل ۱ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر ساری



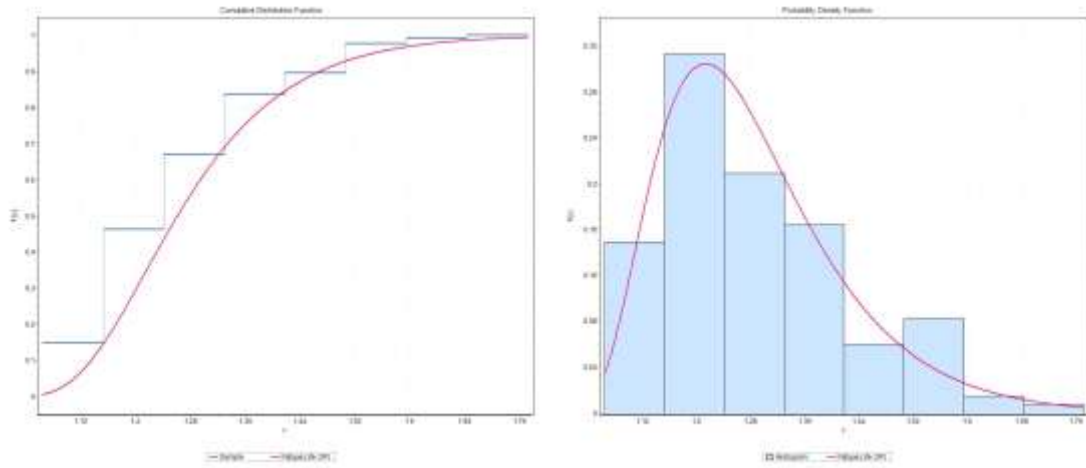
شکل ۲ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر بابل



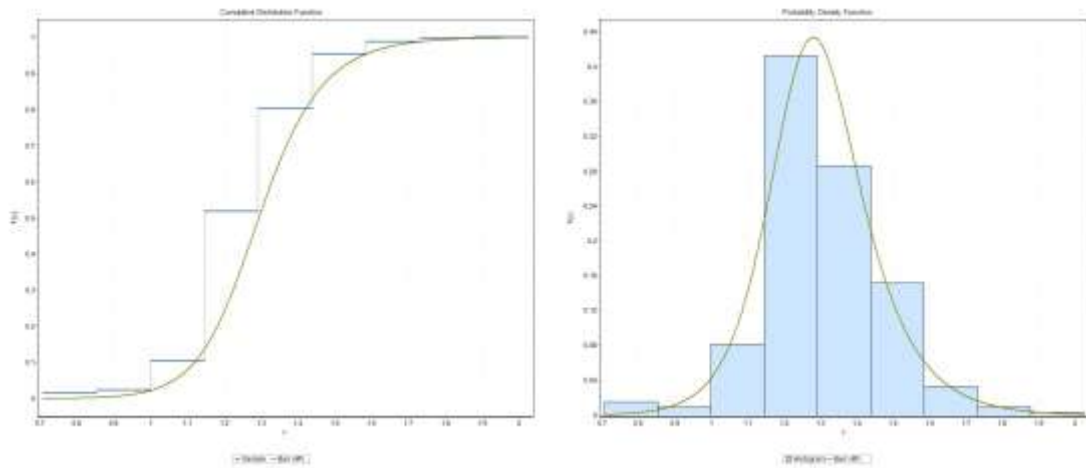
شکل ۳ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر نوشهر



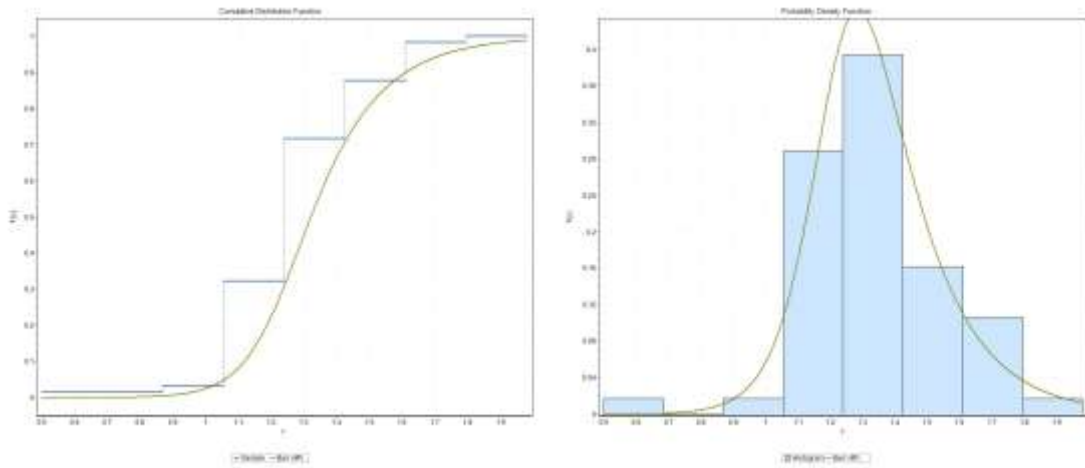
شکل ۴ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر بابلسر



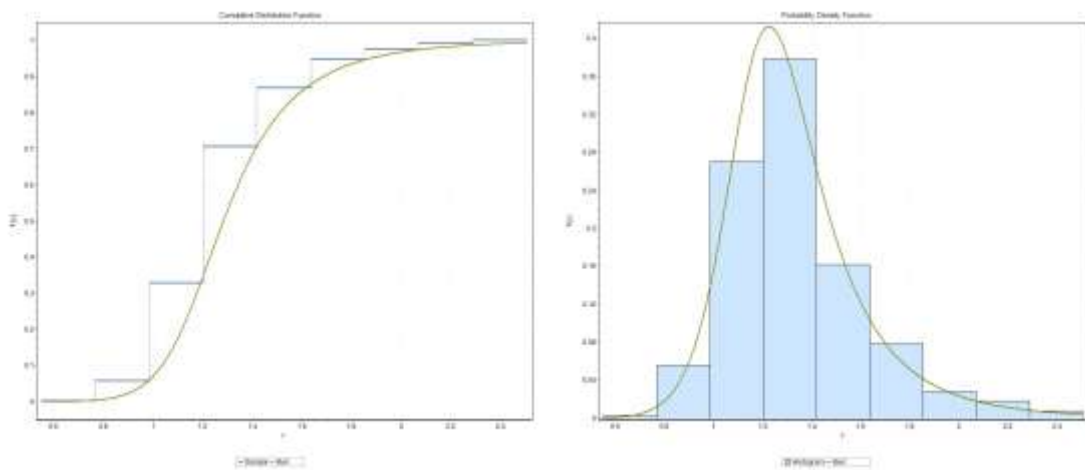
شکل ۵ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر قائمشهر



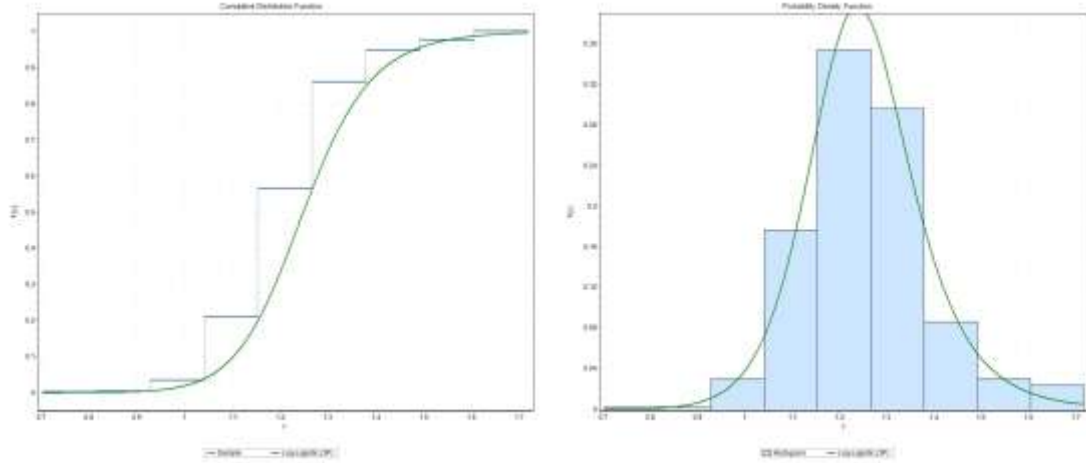
شکل ۶ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر بهشهر



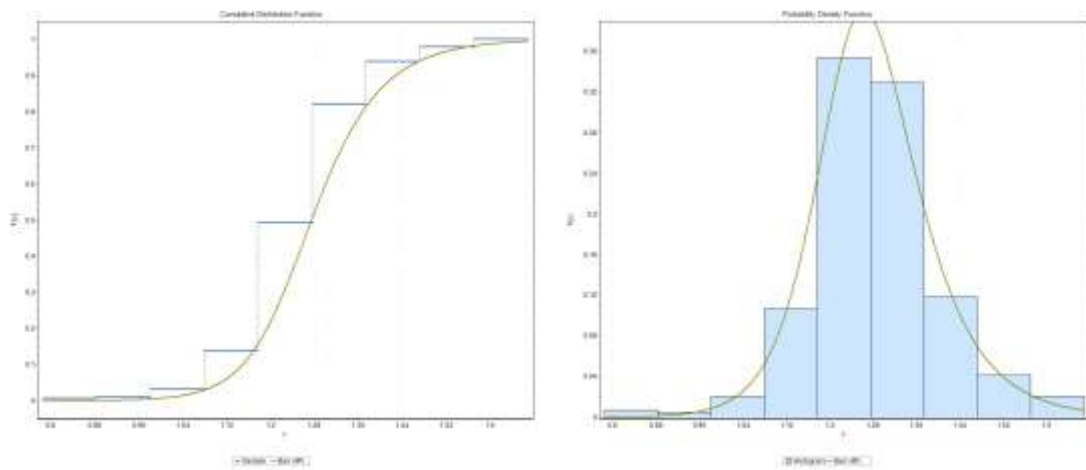
شکل ۷ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر نور



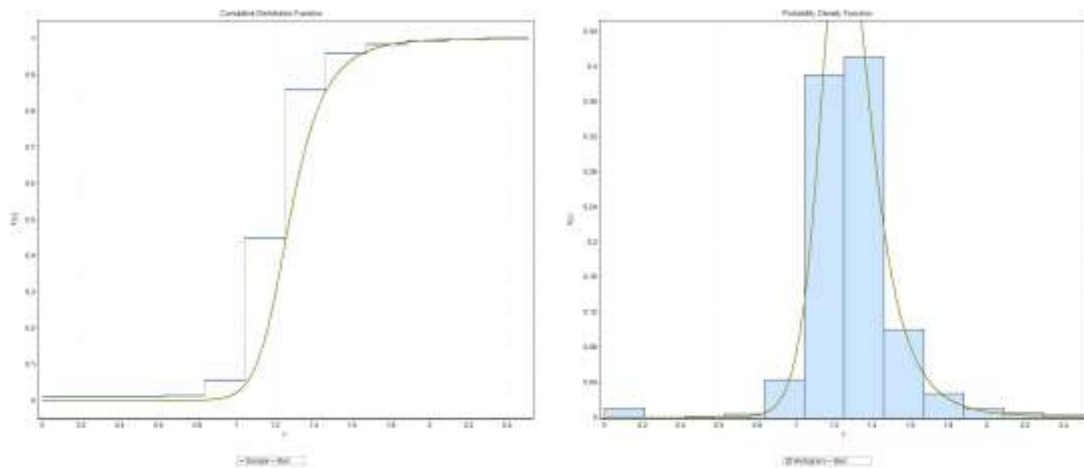
شکل ۸ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر آمل



شکل ۹ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای شهر رامسر



شکل ۱۰ - تابع چگالی احتمال و تابع توزیع تجمعی برای کل استان مازندران



نتیجه گیری

۱- میانگین ضریب بدست آمده در استان برابر با ۱,۳۲ بوده است و از طرف دیگر کتب علمی این ضریب را بین ۱,۳ و ۱,۷ دانسته و مبحث نهم آیین نامه، این عدد را ۱,۵ پیشنهاد داده است.

۲- با توجه به ضرایب بدست آمده برای هر شهر و کل استان، هیچ کدام از ضرایب در محدوده آیین نامه آلمان نیز قرار نگرفته اند.

۳- با توجه به مطالعات انجام شده در این مقاله، شهرستان بهشهر نزدیک ترین ضریب را به جدول مبحث نهم مقررات ملی ساختمان دارا میباشد

۴- با توجه به اینکه مقاومت نمونه ها در شرایط آزمایشگاهی اخذ شده اند و شرایط رطوبت و دما در آن ثابت است، به نظر میرسد در شرایط کارگاهی از مقدار میانگین ۱/۳۲ کمتر نیز باشد.

مراجع :

۱-مبحث نهم مقررات ملی ساختمان، ویرایش چهارم، چاپ دوم

۲- فامیلی، هرمز، ۱۳۶۹، بتن شناسی، چاپ دوم، انتشارات جهاد دانشگاهی، دانشگاه علم و صنعت ایران

۳- اکبرزاده، حسین، بررسی روابط مقاومت فشاری بتن در سنین مختلف، هفتمین کنفرانس جهانی مهندسی عمران، ایران، ۱۳۸۵

4-Wang, chu-kia, rain forced concrete design 5th edition, harper Callins Inc., 1992

5-Ahsunal kabir, Predicting 28 Days Compressive Strength of Concrete from 7 Days Test Result, Int. Conf. on Advances in Design and Construction of Structures, 2012

6- C. Ceccoli, Statistical analysis towards the identification of accurate probability distribution models for the compressive strength of, the 14th world conference on Earthquake Engineering, china 2008

7-Easyfit Help