



www.ElitesJournal.ir

مجله نخبگان علوم و مهندسی

Journal of Science and Engineering Elites

ISSN 2538-581X

جلد ۲- شماره ۲- سال ۱۳۹۶



بررسی مودهای شکست خمشی و برشی در تیرهای مسلح شده با میلگرد فولادی و GFRP پیش تنیده

عباس اکبرپور نیک قلب^۱، عرفان نجف^{۲*}

۱- هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران جنوب

۲- دانشجوی دکتری عمران سازه دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائمشهر

*erfan.najaf@gmail.com

ارسال: خرداد ماه ۹۶ پذیرش: تیر ماه ۹۶

چکیده

در سالهای اخیر پیشرفت زیادی در استفاده از مصالح FRP^۱ به عنوان مصالح ساختمانی در مهندسی عمران صورت گرفته است در همین راستا محققین به بررسی رفتار تیرهای بتنی مسلح شده با میلگرد FRP - و فولاد - پرداخته اند. یکی از راهکارهای بهبود این مقاطع، پیش تنیده نمودن میلگردهای FRP به جهت افزایش مقاومت خمشی و برشی مقاطع است. با ترکیب میلگردهای GFRP و فولادی روش جدیدی در مسلح سازی ارائه شده که این سیستم مسلح سازی با میلگرد مرکب نامگذاری شده است. در این پژوهش ابتدا به انتخاب نوع میلگرد GFRP و بعد از آن به پیش تنیده کردن نمونه ها پرداخته می شود سپس با انتخاب و مدل سازی نمونه ها در نرم افزار S DYNA^۲ و انجام آنالیز به بررسی مودهای شکست خمشی و برشی تیرهای بتنی مسلح شده با میلگردهای پیش تنیده FRP- و فولادی پرداخته می شود. و در پایان به مقایسه رفتار بار - تغییر مکان و همچنین عرض ترکها در تیرهای مدل سازی شده با میلگرد GFRP، فولادی و میلگردهای مرکب با یکدیگر پرداخته می شود.

کلمات کلیدی: میلگرد فولادی، میلگرد GFRP، پیش تنیده، شکست خمشی، بتن مسلح.

۱. مقدمه

در سال ۱۸۹۳ اولین پروژه سرمایه گذاری شده بوسیله اداره حمل و نقل ایالات متحده ۱ درباره انتقال تکنولوژی کامپوزیت برای طراحی و ساخت پل ها مورد استفاده قرار گرفت^[۱]. شرکت (Marshall-Vega) دومین طرح ایجاد میلگردهای مسلح کننده GFRP را هدایت کرد. در ابتدا میلگردهای GFRP، به دلیل عدم سازگاری ضریب انبساط حرارتی بتن پلیمری و فولاد، یک جانشین مناسب برای فولاد به عنوان مسلح کننده بتن پلیمری، در نظر گرفته شد. در اواخر دهه ۱۸۹۱ شرکت International Grating وارد بازار FRP مسلح کننده آمریکای شمالی شد^[۲] مفهوم استفاده محدود از فیبرهای GFRP در بتن برای اولین بار در سال ۱۹۳۰ معرفی گردید اما این روند گسترش پیدا نکرد تا در بین سالهای ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰

¹ USDOT

گروه مهندسين ارتش امريكا براي مطالعه در مورد GFRP ها علاقه نشان دادند و يك گزارش كامل از نحوه طراحي ارائه نمود [۳]. در ايالات متحده ، تحقيقات براي تاندونهاي GFRP در سال ۱۹۸۸ توسط Iyer and Kumarswamy شروع شد و استفاده از GFRP پيش تنيده در keviar در سال ۱۹۸۹ بررسي گرديد. طرح Iyer توسط دپارتمان حمل و نقل فلوريدا (FDOT) حمايت مالي شد و بودجه هاي مطالعاتي براي بررسي كارايي تاندون هاي پيش تنيده GFRP براي استفاده در پل ها و سازه هاي زير دريائي تامين گرديد [۴].

تحقيقات senIssa و Mariscal در اولين كنفرانس تمرکز بر FRP در مهندسي عمران در سال ۱۹۹۱ و ساخت اولين پل از FRP پيش تنيده در شهرستان رييد در داکوتای جنوبی در سال ۱۹۹۲ به اوج خود رسيد [۵]. اين موارد نمونه اي از تلاش پيشگامان براي تجاري سازي تاندون هاي پيش تنيدگي بود كه بسياري از آنها در مجموعه مقالات اولين سمپوزيوم بين المللي براي کاربرد FRP در سازه هاي بتن آرمه (FRPR CS-1) در سال ۱۹۹۳ و در انتشارات جامعه مهندسين عمران ژاپن (JSCE) در سال ۱۹۹۶ موجود است. Zou [۶] در سال ۲۰۰۳ عملکرد تيرهاي مسلح شده با CFRP و AFRP را در مقايسه با فولاد معمولي بررسي كرد. تير مسلح شده با تاندون هاي CFRP در مقايسه با تاندون هاي فولادي تغيير شكل كمی داشت ولي انرژي هاي ذخيره شده در تيرهاي مسلح شده با تاندون هاي FRP به طور كامل الاستيك بود [۷].

كميته ACI-440-4R-04 در سال ۲۰۰۴ يك راهنمايي مربوط به تاندونهاي پيش تنيده FRP ارائه نمود كه شامل طراحي خمشي و برشي، كنترل قابليت سرويس پذيري و مثالي از طراحي مي شود [۸].

۲. روش مدل سازی

براي رسيدن به نتايجي از نرم افزار هاي متعددي از جمله LS-DYNA و EXCEL مورد استفاده قرار داديم. ابتدا با جمع آوري اطلاعات مورد نياز، پايه اي براي مدل سازي آماده نموديم سپس در نرم افزار LS-DYNA مدل سازي را انجام داده و پس از انجام آناليز، خروجي ها را در نرم افزار Excel مرتب سازي و به صورت نمودار ارائه نموديم.

۳. روش تجزيه و تحليل اطلاعات با استفاده از نرم افزار LS-DYNA

يكي از هيدروكدهاي معروف، نرم افزار LS-Dyna ميباشد كه قابليتهاي بسيار بالايي در حل مسائل ديناميكي غير خطي دارد. توان بالاي اين كد در تحليل مسائل دتونيشن^۱، انتشار امواج شوک، شكل دهی فلزات با تغيير شكلهاي زياد، برخورد اجسام، نفوذ پرتابه در هدف ... و با داشتن تقريبا ۲۰۰ نوع مدل ماده و ۱۳ نوع معادله حالت و انواع روشهاي تماس سطوح^۲، اين كد را به يكي از قويترين نرم افزارهاي مهندسي تبديل کرده است كه مي تواند در بسياري از مسائل انفجار و ضربه مورد استفاده قرار گيرد. قابل ذكر است عليرغم اين قابليتها، اين نرم افزار همچون ساير نرم افزارهاي مهندسي به تنهائي نمي تواند شناخت دقيقی از پديده هاي فزيكي بدهد.

انتخاب نوع مدل ماده و معادله حالت مناسب، داشتن اطلاعات مربوط به خواص مواد و پارامترهاي مورد نياز در مدل ماده و معادله حالت، شرايط اوليه و مرزي و تعريف مناسب سطوح تماس ايجاد ميکند كه اين روشهاي عددي در کنار نتايج تجربي مورد استفاده قرار گيرد. نوع روش حل نيز تاثير بسزايي در نتايج حاصله دارد. روشهاي حل لاگرانژي، اويلري، كوپل لاگرانژي- اويلري، SMALE, MMALE, و SPH را مي توان بكار برد كه هر کدام داراي مزاي و معايب هستند. براي انتخاب روش حل مناسب بايستي با توجه به نوع مساله روش مناسب را انتخاب نمود.

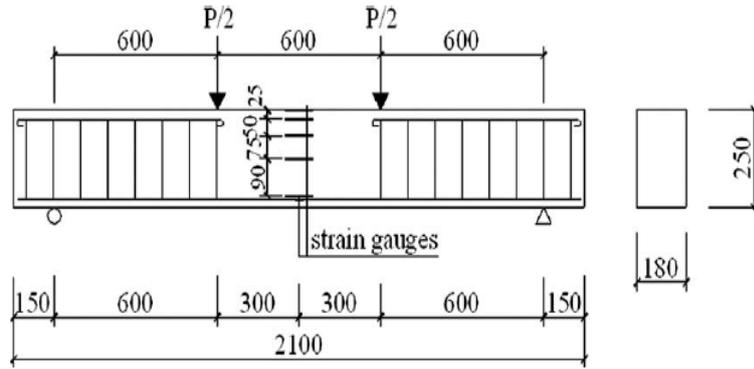
¹ Detonation

² contact

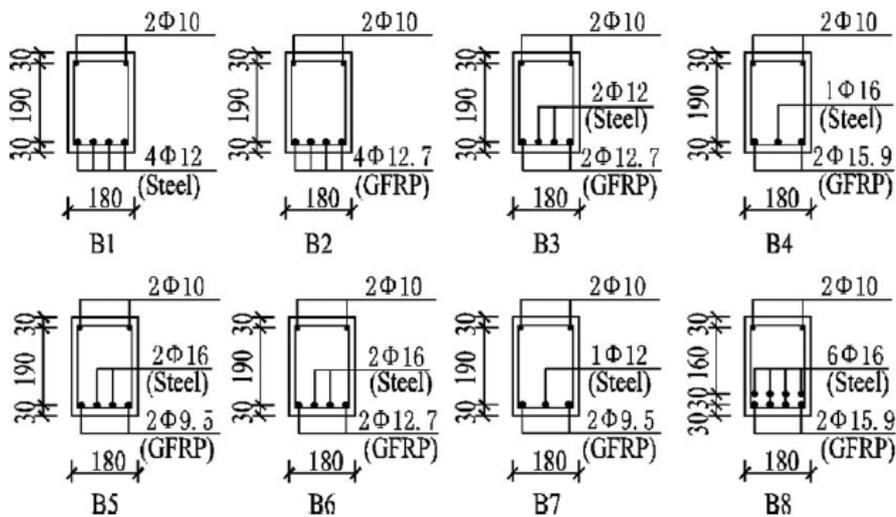
۴. صحت سنجی

برای انجام این مهم مقاله، Flexural Behavior of Concrete Beams Reinforced with Hybrid (GFRP and Steel) Bars، مقاله فوق حاصل همکاری را انتخاب نمودیم و نتایج آنرا در نرم افزار مدل سازی کرده و نتایج را با یکدیگر مقایسه می کنیم. مقاله فوق حاصل همکاری Wenjun Qu, Xiaoliang Zhang, and Haiqun Huang می باشد

آنها برای رسیدن به رفتار خمشی تیر بتنی مسلح شده با فولاد و GFRP ابتدا به ساخت هشت نمونه تیر بتنی به طول ۲۱۰ سانتیمتر پرداختند و آن را تحت آزمایش بار افزون قرار دادند و در نهایت نتایج آن را به روی یک نمودار بار تغییر مکان به نمایش گذاشتند.



شکل ۱- تیر بتنی تهیه شده توسط Wenjun Qu

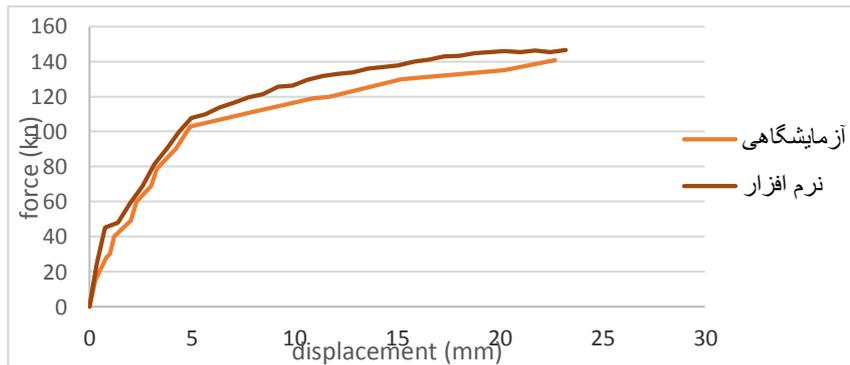


شکل ۲- هشت نمونه بتنی تهیه شده توسط Wenjun Qu



شکل ۳- دستگاه آزمایش استاندارد ASTM-C78

ما با استفاده از Excel نمودار های بدست آمده از آزمایش و نمودار رسم شده توسط نرم افزار را روی هم انداختیم تا تفاوت آن را مشاهده کنیم.



شکل ۴- مقایسه منحنی بار - تغییر مکان تیر B6 مقاله با خروجی از نرم افزار LSDYNA

با توجه به تفاوت اندک میان دو نمودار ما به صحت مدل سازی خود پی برده و شروع به مدل سازی اصلی نمودیم.

۵. ارزیابی و تجزیه و تحلیل

بعد از انجام صحت سنجی و حصول اطمینان از مدلسازی صحیح به سراغ مدل سازی اصلی می رویم. برای شروع باید مشخصات مصالح مدلی را که می خواهیم بسازیم مشخص نماییم. برای انتخاب بتن از همان مشخصات موجود در مقاله Wenjun Qu و همکاران استفاده نمودیم.

Keyword Table			
*MAT_WINFRITH_CONCRETE	Vari...	Description	Value(s)
MID		MATERIAL ID	1
RO		DENSITY	2.4500e+003
TM		TANGENT MODULUS	2.0000e+010
PR		POISSON'S RATIO	2.0000e-001
UCS		UNIAXIAL COMPRESSIVE STR...	2.4800e+007
UTS		UNIAXIAL TENSILE STRENGTH	3.0000e+006
FE		DEPENDS ON VALUE OF RATE	6.3260e+001
ASIZE		AGGREGATE SIZE	2.5000e-002

شکل ۵- مشخصات بتن مصرفی در آنالیز

به جهت اینکه برای انتخاب فولاد، دامنه وسیعی در پیش روی ما نبود و مطابق شکل، مصالح فولادی را انتخاب نمودیم.

Keyword Table			
*MAT_PLASTIC_KINEMATIC	Vari...	Description	Value(s)
MID		MATERIAL ID	2
RO		MASS DENSITY	7.8500e+003
E		YOUNG'S MODULUS	2.0000e+011
PR		POISSON'S RATIO	3.0000e-001
SIGY		YIELD STRESS	3.3400e+008
ETAN		PLASTIC HARDENING MODULUS	6.6700e+009
BETA		HARDENING PARAMETER	0.0000e+000

شکل ۶- مشخصات فولاد مصرفی در آنالیز

۶. انتخاب مشخصات GFRP مصرفی در آنالیز

در انتخاب میلگرد GFRP به مشکلات فراوانی برخوردیم دامنه بسیار وسیعی از اعداد و ارقام مختلف به دلیل ویژگی های فیزیکی، از قبیل نحوه پیچاندن رشته های میلگرد به یکدیگر، ضخامت رشته ها و...
Yeonho Park و همکاران ۲۹ در مقاله ای به منظور بررسی بلند مدت بر روی تیرهای مسلح شده با میلگرد GFRP، مقاومت کششی میلگرد های GFRP را ۶۵۵ تا ۱۳۰۰ MPa در نظر گرفت.

جدول ۱- مشخصات در نظر گرفته شده برای میلگردهای GFRP توسط Yeonho Park

FRP Bar Type	Bar Size	Nominal Diameter (mm)	Nominal Area (mm ²)	Guaranteed Tensile Strength (f_{fu} : MPa)	Tensile Modulus of Elasticity (E_f : GPa)	Tensile Strain (ϵ_u : %)
GA series (Type A)	#4	13	126.7	690	40.8	1.50
	#5	16	197.9	655	40.8	1.50
GH series (Type B)	#4	13	126.7	1300	60.0	2.42
	#5	16	197.9	1259	64.1	2.24
Steel (Grade 60)	#4	12.7	129.0	620 (415: yield)	200	9.00
	#5	15.875	200.0	620 (415: yield)	200	9.00

Wenjun Qu و همکاران 26 میلگرد GFRP را بر اساس قطر میلگرد به ۳ دسته و سه مقاومت مختلف تقسیم بندی نمودند.

جدول ۲- مشخصات در نظر گرفته شده برای میلگردهای GFRP توسط Wenjun Qu

Rebar diameter (mm)	Tensile strength f_{fu} (MPa)	Elastic modulus E_f (GPa)
9.5	778	37.7
12.7	782	45.0
15.9	755	41.0

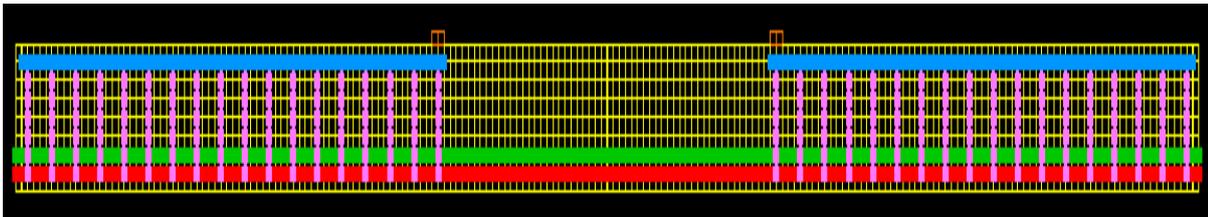
در راهنمای ACI مقاومت کششی میلگردهای GFRP را صرف نظر از قطر یا نوع پیچش میلگرد به طور کلی برای تمامی میلگرد های FRP عدد 620.6 MPa را در نظر گرفت و فقط بسته به جنس میلگردها مثل شیشه کربن و آرامید ضریبی را در عدد فوق ضرب میکنند.

جدول ۳- ضراب در نظر گرفته شده برای میلگردهای FRP توسط ACI

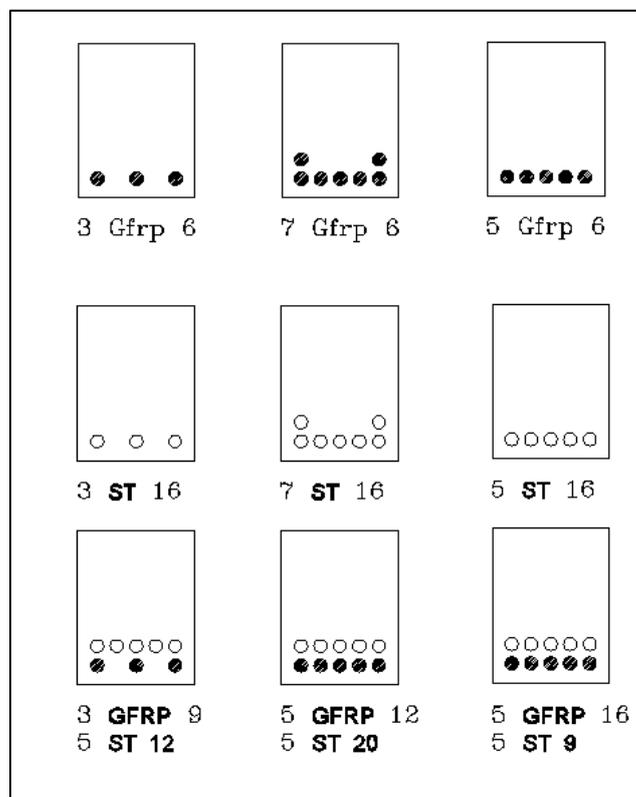
Exposure condition	Fiber type	Environmental reduction factor C_E
Concrete not exposed to earth and weather	Carbon	1.0
	Glass	0.8
	Aramid	0.9
Concrete exposed to earth and weather	Carbon	0.9
	Glass	0.7
	Aramid	0.8

۷. شروع آنالیز

بعد از مشخص شدن خصوصیات مصالح به سمت مدلسازی و انجام آنالیز رفته و برای اینکار از ۹ نمونه بتنی استفاده شود سه تیر بتنی را با میلگردهای GFRP، سه تیر را با میلگردهای فولادی و سه نمونه دیگر را با ترکیبی از میلگردهای GFRP و میلگردهای فولادی مسلح نمودیم. طول تیرها ۴.۹ متر ارتفاع آنها ۱۸ سانتیمتر و عرض آن را ۲۵ سانتیمتر قرار دادیم. میزان استفاده از مسلح سازی را با استفاده از روابط مقدار مسلح سازی مجاز ρ_b و دامنه آن از ۰.۶ تا ۱.۴ قرار داده به طوری که یک نمونه $\rho_b ۱.۴$ دیگری $\rho_b ۰.۶$ و دیگری برابر با ρ_b داشته باشیم.



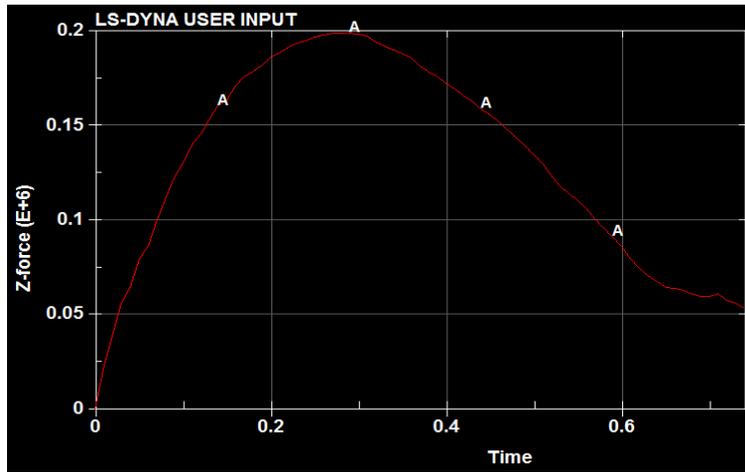
شکل ۷- تیر مدلسازی شده به طول ۴.۹ متر



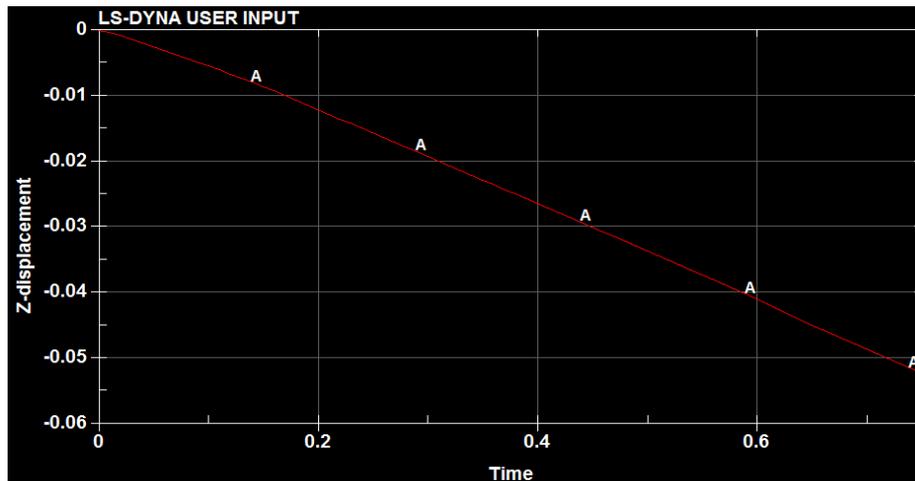
شکل ۸- نمونه های مدلسازی شده به ۱۸۰×۲۴۰ میلیمتر با کاور بتنی ۳۰ میلیمتر

۸. نحوه خروجی گرفتن از نرم افزار

معمولاً نرم افزارهای المان محدودی بار و تغییر مکان را در دو نمودار جداگانه همراه با زمان می سنجند. نرم افزار lsdynd نیز از این قاعده مستثنی نمی باشد و خروجی ها را به صورت نمودارهای زمان-تغییر مکان و نیرو-زمان در اختیار کاربر قرار می دهد.



شکل ۹- نمودار نیرو تغییر زمان خروجی از نرم افزار LSDYNA



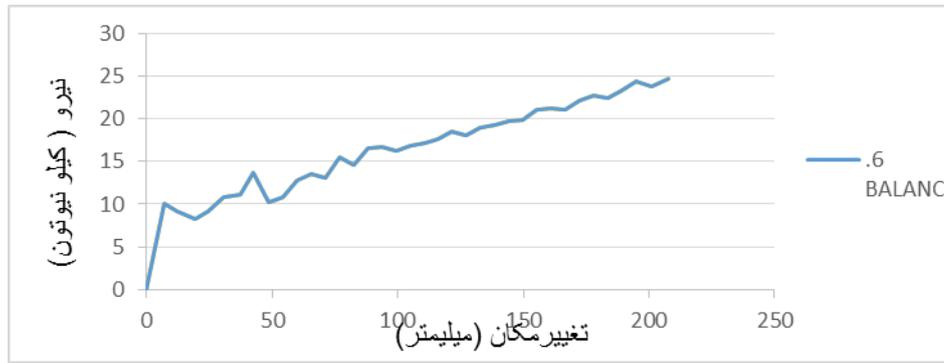
شکل ۱۰- نمودار تغییر مکان تغییر زمان خروجی از نرم افزار LSDYNA

در ضمن اگر حوصله به خرج دهیم و با پذیرش زمان آنالیز بالا می توانیم ترک ها را نیز در تیر بتنی مشاهده نماییم.

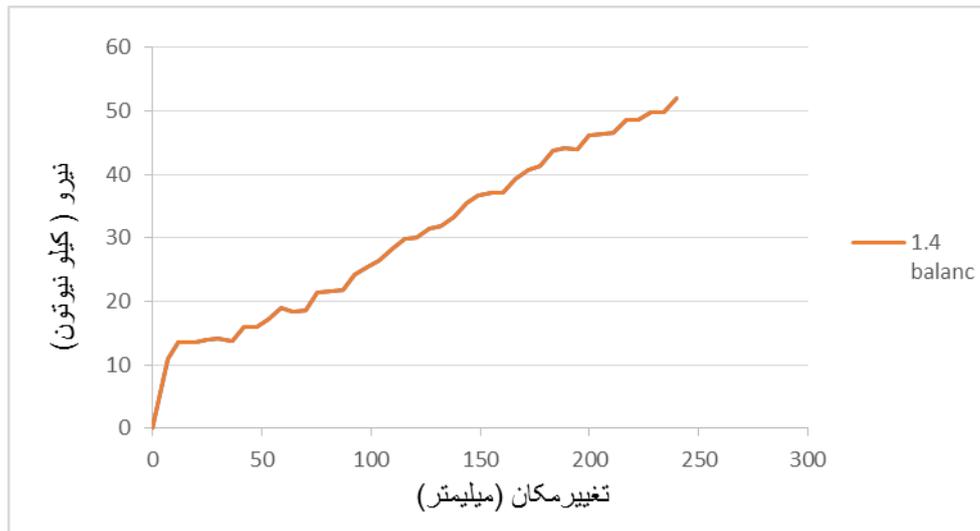


شکل ۱۱- انواع ترک ها در نمونه بتنی خروجی از نرم افزار LSDYNA

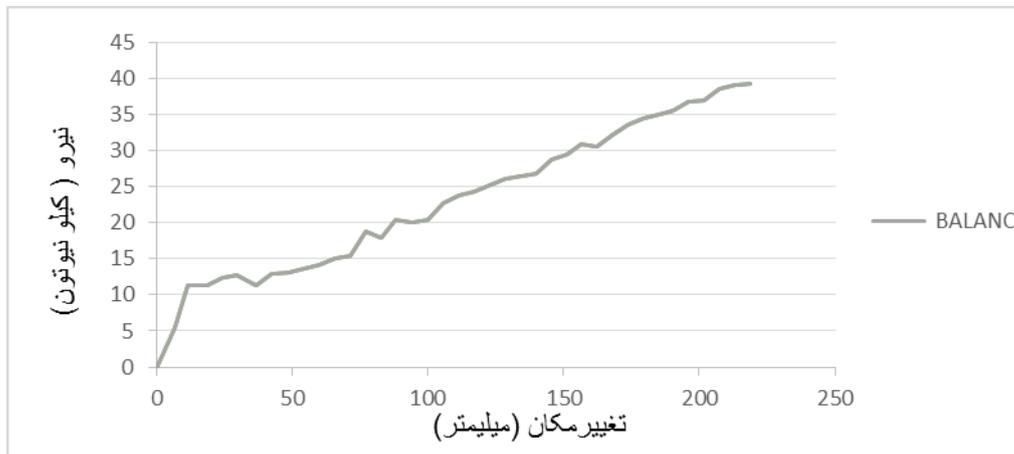
همانطور که مشاهده می نمایید هر ردیف شامل دو عدد می باشد که یکی زمان و دیگری نیرو است. به طور مشابه اعداد تغییر مکان را نیز بدست آورده و در نتیجه با کمک اکسل نمودار بار-تغییر مکان را رسم نمودیم.



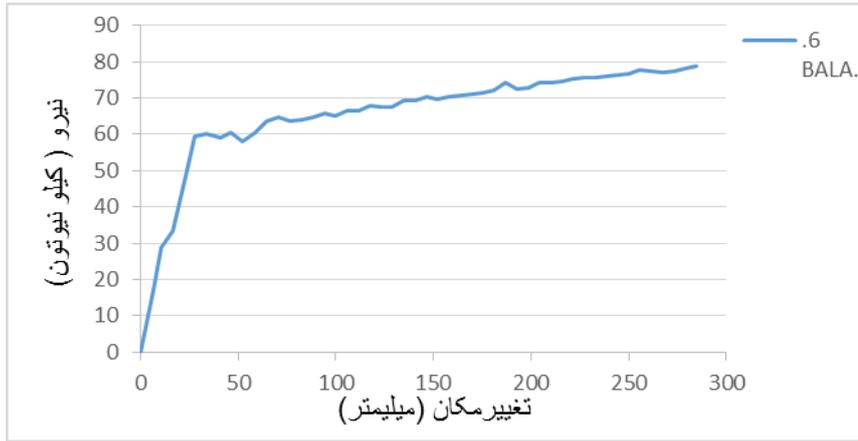
شکل ۱۲- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد GFRP با \dot{p}_b 0.6



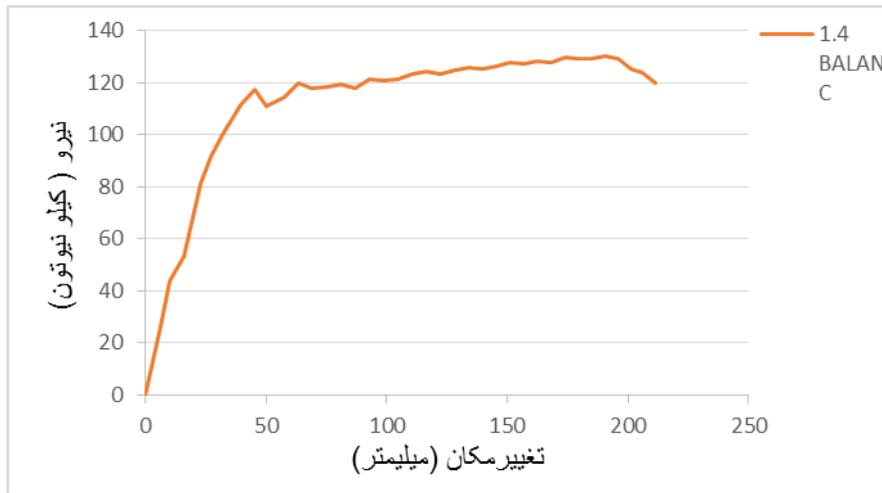
شکل ۱۳- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد GFRP با \dot{p}_b 1.4



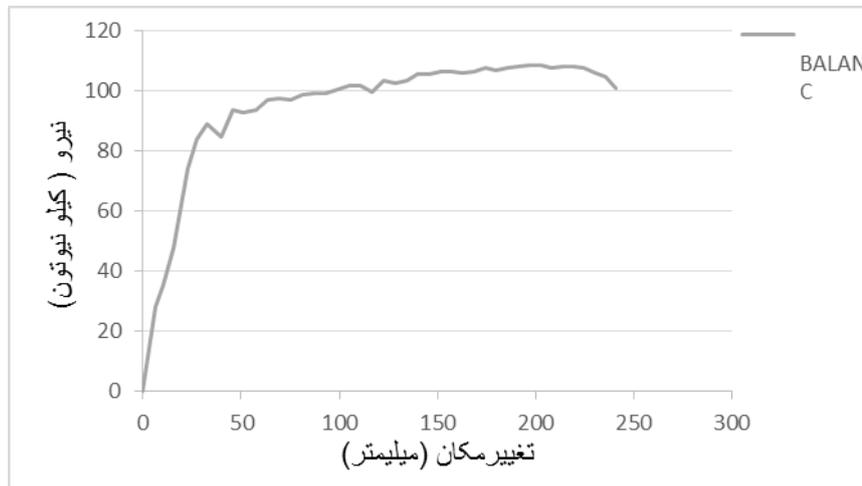
شکل ۱۴- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد GFRP با \dot{p}_b 1.6



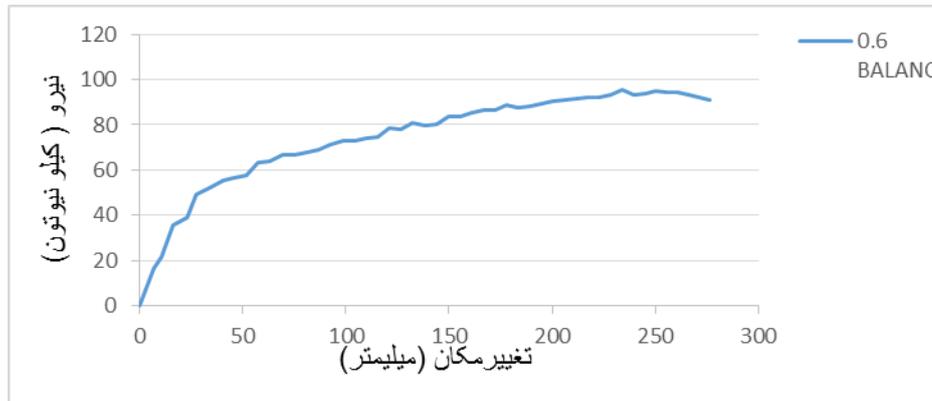
شکل ۱۵- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد فولادی با $0.6p_b$



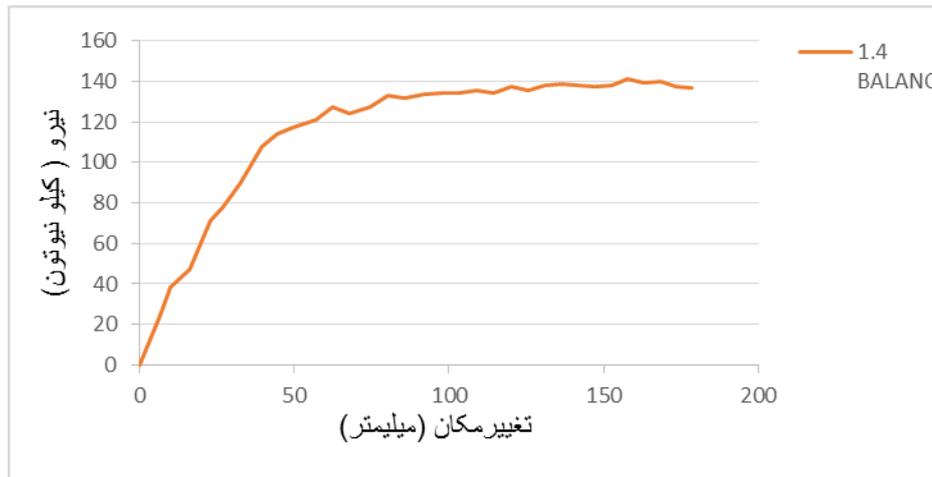
شکل ۱۶- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد فولادی با $1.4p_b$



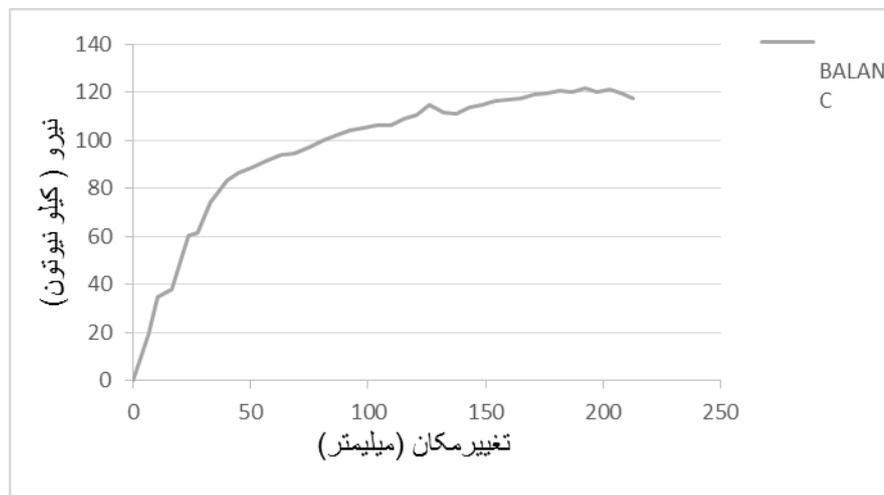
شکل ۱۷- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد فولادی با p_b



شکل ۱۸- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد مرکب با ۰.۶ \bar{p}_b



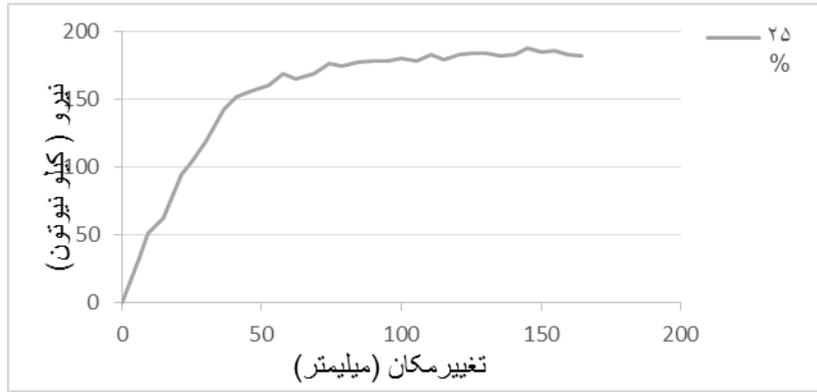
شکل ۱۹- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد مرکب با ۱.۴ \bar{p}_b



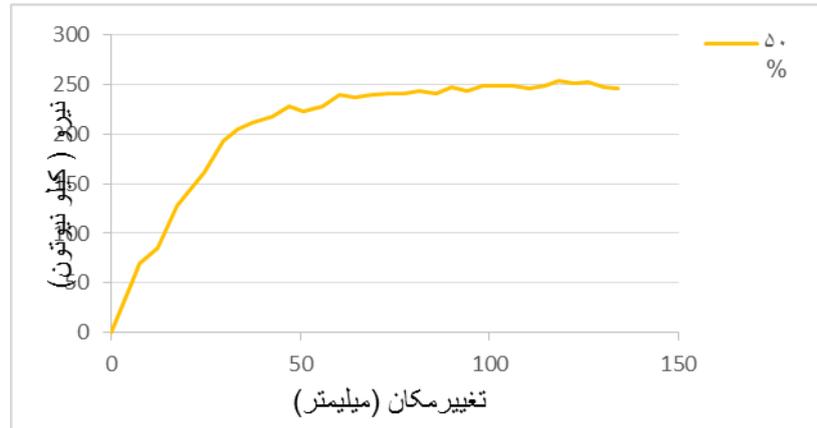
شکل ۲۰- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با میلگرد مرکب با ۵ \bar{p}_b

۹. پیش تنیده کردن نمونه ها

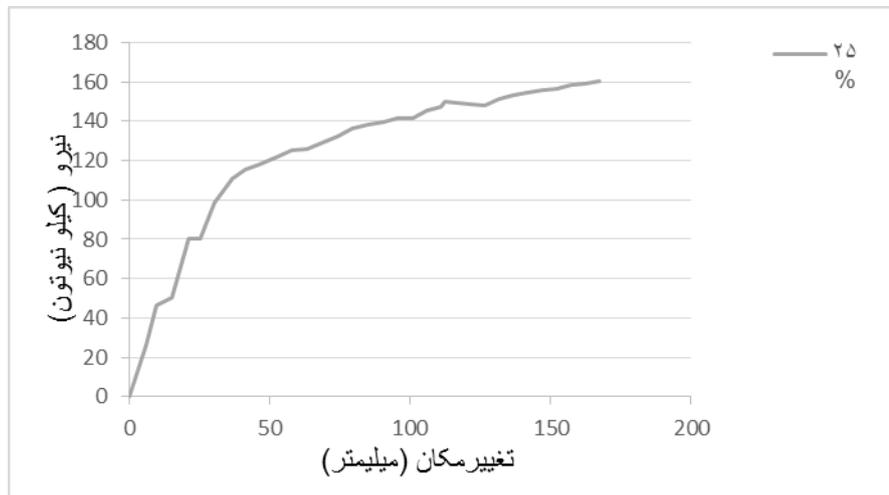
بعد از اینکه از نمونه ها خروجی گرفتیم دو نمونه بتنی مسلح شده با میلگرد GFRP و فولادی به صورت ترکیبی را با درصد آرماتورهای مختلف با دو مقدار ۲۵ و ۵۰ درصد پیش تنیده نمودیم.



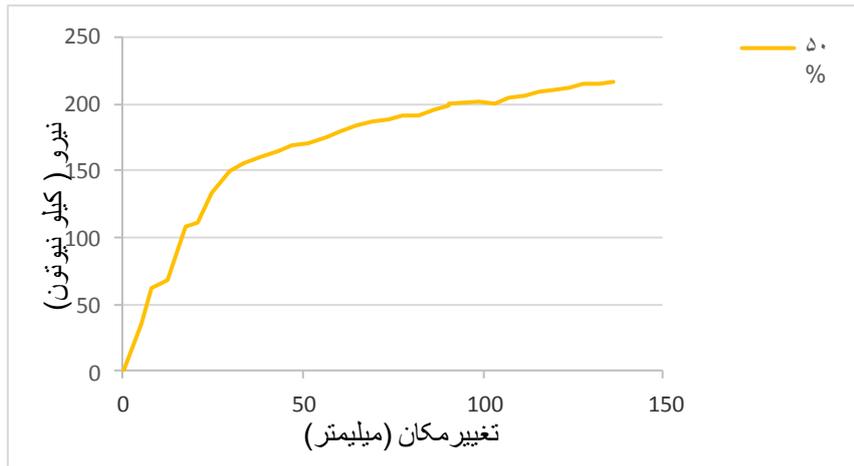
شکل ۲۱- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با $f_b 1.4$ با پشتییدگی ۲۵ درصد



شکل ۲۲- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با $f_b 1.4$ با پشتییدگی ۵۰ درصد



شکل ۲۳- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با $f_b 1.4$ با پشتییدگی ۲۵ درصد



شکل ۲۴- نمودار بار-تغییر مکان نمونه بتنی با \dot{p}_b با پیش‌تشدگی ۵۰ درصد

۱۰. مقایسه نمودار بار - تغییر مکان نمونه های مدل سازی شده با میلگرد GFRP

در نمونه هایی که تنها با میلگرد GFRP مسلح شده بودند پس از انجام آنالیز نتایج زیر محقق گردید:

۱- تمامی نمونه ها تا تغییر مکان ۹۰ میلیمتر غالباً به صورت یکسان عمل نموده و در یک محدوده تغییر ظرفیت باربری داشتند بعد از تغییر مکان ۹۰ میلیمتر شیب نمودار بار تغییر مکان نمونه هایی که با درصد آرماتور بیشتر مسلح شده بودند افزایش یافت.

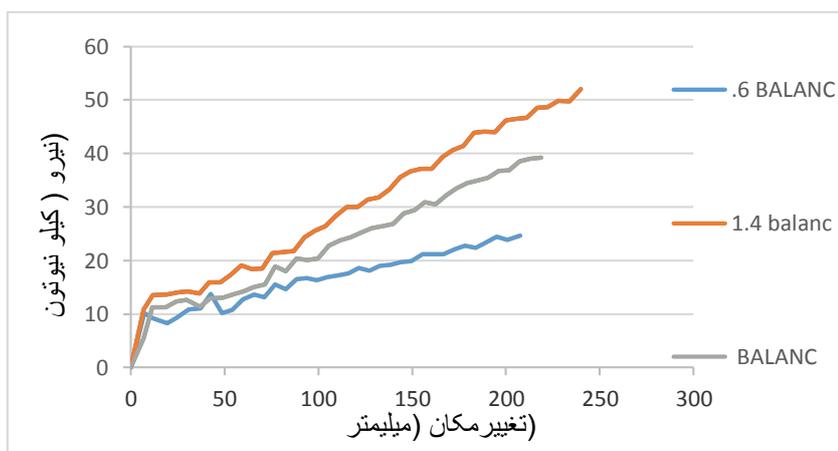
۲- در هیچ یک از نمونه ها آرماتورها به تسلیم نرسیدند و تمامی نمونه ها با خرد شدن بتن گسیخته شدند.

۳- با افزایش ۴۰٪ نسبت مسلح سازی و رساندن درصد آرماتور موجود در بتن از \dot{p}_b ۰.۶ به \dot{p}_b ۱ تغییر مکان ۱۵٪ و ظرفیت باربری ۵۶٪ افزایش یافت.

۴- با افزایش مجدد درصد آرماتور و رساندن آن از \dot{p}_b به \dot{p}_b ۱.۴ تغییر مکان ۹٪ و ظرفیت باربری ۳۸٪ افزایش یافتند.

۵- در مجموع با افزایش درصد آرماتور در محدوده مجاز آیین نامه از \dot{p}_b ۰.۶ به \dot{p}_b ۱.۴ تیر بتنی ما با افزایش ۲۰ درصدی تغییر مکان و ۱۱۲ درصدی ظرفیت باربری مواجه گردید.

در شکل زیر نمودار بار تغییر مکان هر سه نمونه مسلح شده با میلگرد GFRP را مشاهده می نمایید:



شکل ۲۵- نمودار های بار-تغییر مکان نمونه های بتنی با میلگرد GFRP

۱۱. مقایسه نمودار بار-تغییر مکان نمونه های مدل سازی شده با میلگرد فولادی

در نمونه هایی که با میلگرد فولادی مسلح شده بودند بعد از انجام آنالیز نتایج زیر به دست آمد:

۱- با افزایش درصد آرماتور در نمونه بتنی از $0.6 \rho_b$ به $1.4 \rho_b$ در نقطه ی تسلیم آرماتور ظرفیت باربری ۴۵ درصد و تغییر مکان ۵ درصد افزایش از خود نشان داد و در نهایت با اعمال تغییر مکان بیشتر به نمونه ظرفیت باربری ۳۷ درصد افزایش یافت ولی در عوض تغییر مکان کاهش ۲۶ درصدی را از خود نشان داد.

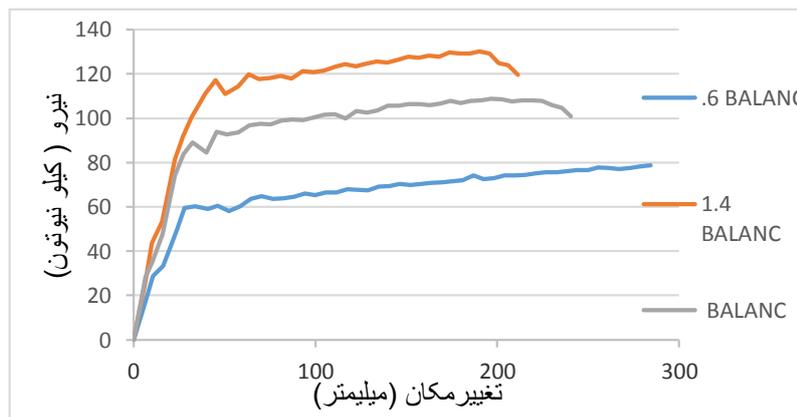
۲- با افزایش درصد آرماتور در بتن از ρ_b به $1.4 \rho_b$ ظرفیت باربری در نقطه ی تسلیم ۹۸ درصد افزایش و متعاقباً تغییر مکان نیز افزایش ۶۶ درصدی را ثبت نمود با اعمال تغییر مکان بیشتر به نمونه در نهایت ظرفیت باربری افزایش ۲۰ درصدی و تغییر مکان کاهش ۱۴ درصدی را ثبت نمود

۳- در مجموع با افزایش درصد آرماتور از $0.6 \rho_b$ به $1.4 \rho_b$:

الف- در نقطه ی تسلیم ظرفیت باربری ۹۵ درصد و تغییر مکان ۶۶ درصد افزایش داشتند

ب- در نقطه ی گسیخته شدن نمونه ظرفیت باربری ۶۲ درصد افزایش و تغییر مکان ۴۵ درصد کاهش از خود نشان داد.

در شکل زیر نمودار بار تغییر مکان هر سه نمونه مسلح شده با میلگرد فولادی را مشاهده می کنید:



شکل ۲۶- نمودار های بار- تغییر مکان نمونه های بتنی با میلگرد فولاد

۱۲. نتایج

- با بررسی نمودار بار-تغییر مکان نمونه ها به این نتیجه می رسیم که بهترین عملکرد را نمونه ی مدل سازی شده با میلگردهای ترکیبی ایفا می کند. با توجه به نحوه چیدن آرماتورها توانستیم از خاصیت ضد خوردگی آرماتورهای GFRP نیز به طور همزمان بهره مند شویم.
- با پیش تنیده کردن نمونه ها توانستیم ظرفیت باربری تیر را تا حد ۶۵ درصد افزایش دهیم البته به تبع آن تغییر مکان نمونه ها نیز کاهش یافت می توان با توجه به شرایط و با استفاده از اصول طراحی در موقعیت های مختلف به ترکیب مناسبی دست یافت.
- با بررسی رفتار خمشی و برشی تیر ها و مدهای شکست، دریافتیم که استفاده از میلگردهای مرکب باعث کمتر شدن ترک هایی با عرض بزرگتر از ۰.۳۵ میلیمتر خمشی و برشی در تغییر مکان های مشابه و حتی ظرفیت باربری های بزرگتر شود.

- با پیش تنیده کردن نمونه ها نیز تعداد ترک های با عرض بزرگتر از ۰.۳۵ میلیمتر خمشی و برشی در تغییر مکان های مشابه کمتر گردید.

۱۳. منابع

1. J. Plecnic and s. Ahmad ,Transfer of Composite Technology to Design and Construction of Bridges, final report to US DOT, 1988
2. Marshall-Vega Inc company, led the initial development of GFRP reinforcing bars , U.S. Initially,1891
3. Mather and Tye ,US Army,1955
4. Iyer and Kumarswamy, a new anchorage was developed for glass fiber tendons, Florida Department of Transportation , 1989
5. senIssa, and Mariscal , the prestressing application of glass fiber tendons for bridge and marine substructures , 1991
6. Nanni and Dolan, International Symposium for FRP in Reinforced Concrete Structures, Japanese Society of Civil Engineers publication ,1993
7. *ACI-440-4R-04* , 2004
8. Abdelrahman, AA, G. Tadros and S. Rizkalla, Test Model for the First Canadian Smart Highway Bridge”, ACI Structural Journal, 1995