

## بررسی آزمایشگاهی مقاومت بتن حاوی ماده افزودنی گیاهی ماهور

طالب مرادی شقاقی\*

گروه عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

حسن علاقی پور

گروه عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

مسعود شاهدی فرد

گروه عمران، واحد تبریز، دانشگاه آزاد اسلامی، تبریز، ایران

### چکیده

با توجه به مصرف بسیار بالای بتن در کارهای ساختمانی، مهندسان عمران همیشه سعی می کنند با بکار بردن روش ها و موادی نقایص و معایب این ماده پر مصرف را کاهش داده و مزایای آن را افزایش دهند. یکی از این روش ها استفاده از مواد افزودنی جهت نیل به اهداف فوق است. مسلماً در استفاده از این مواد، مسائل اقتصادی و کم کردن هزینه ها و در دسترس بودن آن ها نیز مورد توجه مهندسين می باشد. اغلب مواد افزودنی که در ساخت بتن مورد استفاده قرار می گیرند، مواد شیمیایی بوده و ضمن بهبود بعضی خصوصیات بتن باعث اثر سو در بعضی ویژه گی های دیگر بتن می شود.

در این تحقیق یک نوع ماده افزودنی گیاهی در بتن مورد استفاده قرار می گیرد، این ماده افزودنی پودر حاصل از برگ های گیاه ماهور یا خرگوشک (در زبان محلی سیرگوروغی یا دوشان قولاغی) نام دارد، که در کوهستان ها بصورت وحشی به وفور رشد می کند. نتایج آزمایشات انجام شده روی نمونه های آزمایشگاهی در این تحقیق نشان می دهند با افزودن مقدار پودر گیاه خشک شده ماهور در حین اختلاط بتن به آن، مقاومت فشاری نمونه ها حدود ۱۲ درصد و مقاومت کششی نمونه ها به مقدار حدود ۲۰ الی ۲۵ درصد افزایش می یابد. با توجه به افزایش قابل توجه در مقاومت کششی بتن به علت افزودن پودر ماهور، مقدار ترک های سطح بتن نیز کاهش می یابند. ضمناً مقدار سیمان مصرفی برای رسیدن به مقاومت مشخص نیز کاهش می یابد.

واژه های کلیدی: گیاه ماهور- مقاومت فشاری بتن - مقاومت کششی بتن - نسبت آب به سیمان.

\* نویسنده مسئول: ta.moradi@iaut.ac.ir

## ۱- مقدمه

استفاده از پودر گیاه ماهور<sup>۱</sup> به عنوان ماده افزودنی در اختلاط بتن باعث کاهش مصرف سیمان و افزایش مقاومت فشاری و کششی بتن و بهبود برخی از خصوصیات مکانیکی بتن می شود. در این مقاله نمونه های بتن حاوی پودر گیاه ماهور با مقادیر مختلف این ماده به صورت درصدی از وزن سیمان تهیه و مقاومت کششی و مقاومت فشاری در آزمایش ها تعیین و در مورد نتایج بدست آمده بحث و بررسی شده است.

## ۲- نمونه های آزمایشگاهی

## ۲-۱- مشخصات نمونه ها

برای تعیین تأثیر مقادیر مختلف پودر گیاه ماهور در مقاومت فشاری و کششی بتن و همچنین تعیین مقدار بهینه آن هفت مقدار مختلف از پودر ماهور به صورت درصدی از وزن سیمان در یک بتن با طرح اختلاط ثابت به کار گرفته شده است. از طرفی احتمال داده می شود که با افزایش مقدار پودر ماهور از مقدار آب بتن کاسته شود (عدد اسلامپ بتن کاهش یابد) که این امر باعث افزایش مقاومت بتن شود، به این منظور نسبت آب به سیمان یکی از متغیرهای تحقیق در نظر گرفته میشود.

بنابراین برای یک نوع بتن با سه نسبت آب به سیمان متفاوت (۵/۰، ۵۵/۰ و ۶/۰) و در هر نسبت آب به سیمان با هفت درصد مختلف پودر ماهور (۳ و ۲ و ۱/۵ و ۱ و ۰/۷۵ و ۰/۵ و ۰/۲۵ در صد) بعنوان ماده افزودنی، مقاومت فشاری و کششی نمونه ها مورد آزمایش و بررسی قرار می گیرند. یک نمونه در هر نسبت آب به سیمان بدون پودر ماهور به عنوان نمونه شاهد تهیه می شود که در کل طرح ۱۴۴ آزمون مکعبی به ابعاد ۱۵ سانتیمتر برای آزمایشات مقاومت فشاری و ۴۲ آزمون استوانه ای استاندارد برای آزمایش مقاومت کششی آزمون ها در آزمایش شکافت نمونه ها تهیه شده است. برای بالا بردن دقت آزمایشات در تمام نمونه ها دو آزمون برای بررسی مقاومت فشاری و کششی تهیه و متوسط مقاومت دو آزمون بعنوان مقاومت نمونه در نظر گرفته شده است، شکل ۱ تعدادی از آزمون ها را نشان می دهد.

## ۲-۲- مشخصات مصالح مصرفی

در کارهای عمرانی مصرف بتن به دلیل مزایای بسیار زیاد در اشکال مختلف و در کاربردهای متنوع رو به افزایش است در واقع بتن پر مصرف ترین ماده ساختمانی است. سرانه تولید بتن سازه ای در جهان به ازای هر نفر در سال حدود یک تن می باشد یعنی در جهان در هر سال در حدود ۶ میلیارد تن بتن تولید و مصرف می شود و در هر سال حدود ۱ تا ۱/۵ درصد این تولید و مصرف افزایش می باید.

مهم ترین ماده تشکیل دهنده بتن، سیمان است با توجه به آمار مصرف بتن و سیمان حجم قابل ملاحظه ای از گازهای گلخانه ای و گرد و غبار هوا در اثر تولید سیمان و مصرف بتن ایجاد می شود که می تواند تهدید جدی برای محیط زیست انسانها باشد. به ازای تولید هر تن کلینگر سیمان حدود ۱/۳ تن گاز CO<sub>2</sub> و حدود ۱۶۰ کیلوگرم گرد و غبار به هوا فرستاده می شود. اکنون همه انسان های آگاه در جهان خود را متعهد و موظف به حفاظت از محیط زیست و توسعه پایدار می دانند. انسان کره زمین به این باور رسیده است که همه انسانها در برابر آثار نامطلوب زیست محیطی ناشی از توسعه تاثیر پذیرند، آثار نامطلوب و زیانبخش تولید گازهای گلخانه ای در افزایش دمای کره زمین، آب شدن یخهای قطبی، تغییرات اقلیمی و تخریب لایه اوزون و... منحصر به کشور خاصی نیست و نخواهد بود بلکه فراگیر و جهان مشمول است بنابراین اقدامات لازم جهت به حداقل رساندن آثار سوء تولید و مصرف سیمان و بتن یک وظیفه و مسئولیت همگانی است.

از طرف دیگر افزایش کارهای عمرانی و در نتیجه افزایش تولید و مصرف بتن در هر کشوری جهت توسعه پایدار از ضروریات می باشد بنابراین جامعه مهندسی و مراکز تولید علم بایستی در راستای بیشتر نمودن مزایای استفاده از بتن و کاهش اثرات نامطلوب آن اقدامات جدی با برنامه ریزی مناسب داشته باشند. بایستی در راستای ارتقاء کیفیت صنعت بتن و همسو سازی آن با محیط زیست و توسعه پایدار گام های موثری برداشت. در این راستا توسعه سیمان های امیخته و پوزولانی و استفاده از مواد جایگزین قسمتی از سیمان در بتن جهت کاهش مصرف کلینگر می تواند راه حل مناسبی جهت نیل به اهداف فوق الذکر باشد.

<sup>1</sup>-Verbascum Thapsus

## ۲-۲-۱- سنگ دانه‌ها

مصرف می کنند. همچنین از پودر آن مرهم ساخته و جهت بهبود زخم روی زخم می گذارند، برگهای ماهور را خشک کرده و پودر آنرا بعنوان مرگ ماهی جهت صید ماهی بکار می برند. گیاه ماهور خاص منطقه آسیا و اروپا که در اکثر مناطق معتدل، کوهپایه‌ای و مراتع کشور مخصوصا مناطق آذربایجان انتشار دارد، نمونه خشک شده گل های این گیاه در عطاری ها یافت می شود [۹].

گیاه ماهور طبع گرم داشته و گل‌های آن دارای موسیلاژ فراوان می باشد، این گیاه دارای ترکیبات سولفور، ترکیبات کلسیم، دارای ویتامین B و سایر املاح معدنی، پروتئین و فیبر است. روغن دم کرده گل‌های گیاه ماهور در بسیاری از بخش‌های اروپا بعنوان داروی خانگی برای بیماریهای گوناگون مانند سل، عفونت گوش و التهاب پلک کاربرد دارد. گیاه ماهور دارای خواص خلط آور، ادرار آور خفیف، آرامبخش، ترمیم کننده زخم، ضد التهاب بوده و برای درمان سرفه و برونشیت بکار می رود، همچنین محلول ماهور برای رشد مو و ابرو موثر می باشد [۹].

گیاه ماهور در آزمایشگاه، مورد آنالیز قرار گرفته و مواد تشکیل دهنده آن طبق جدول شماره ۳ می باشد. طبق این جدول عمده مواد تشکیل دهنده این گیاه ازت، پتاسیم، منیزیم و آهن می باشد.



شکل ۲- گیاه ماهور یا خرگوشک (Verbuscom)

در ساخت بتن نمونه‌ها از سنگ‌دانه‌های حاصل از معادن شن و ماسه تبریز استفاده شده و دانه‌بندی سنگ‌دانه‌ها طبق جدول شماره ۱ بوده و مشخصات آنها در جدول شماره ۲ آورده شده است.



شکل ۱- تعدادی از آزمون‌های مکعبی و استوانه‌ای

## ۲-۲-۲- پودر افزودنی گیاه ماهور

گیاه ماهور بعد از خشک شدن خرد شده و به صورت پودر در آمده و با درصد‌های معین به صورت درصدی از وزن سیمان در بتن آزمون‌ها مورد استفاده قرار می گیرد.

گیاه ماهور، گیاهی است که در دامنه کوه‌ها بصورت خودرو رشد می کند و در منطقه آذربایجان به وفور یافت می شود (شکل ۲). در زمان‌های سابق، گیاه ماهور خردشده را با گل رس مخلوط می کردند و در ساخت تنور و کوزه از آن استفاده می نمودند، در بعضی روستاها هنوز هم به کار می‌برند. طبق نظرات افراد مسن در روستاها، بکار بردن این گیاه در گل رس، تاب گل را افزایش و ترک‌های آن را کاهش می داده است. همین اثر و مورد باعث تشویق و ترغیب جهت انجام تحقیق حاضر گردیده است.

گل‌های گیاه ماهور را که دارای موسیلاژ فراوان می باشد، در سایه خشک کرده و پس از پودر کردن، آنرا در داخل آب داغ ریخته و جهت درمان سرماخوردگی و به عنوان نرم کننده سینه

جدول ۱ - دانه بندی سنگ دانه های مصرفی

شماره الک	اندازه چشمه های الک	وزن مانده روی الک (Kg)	درصد مانده روی الک	درصد تجمعی مانده روی الک	درصد تجمعی رد شده از الک
۱	۲۵	۰	۰	۰	۱۰۰
۰/۷۵	۱۹	۷۰	۲/۸	۲/۸	۹۷/۲
۰/۵	۱۲۵	۲۳۰	۹/۲	۱۲	۸۸
۰/۳۷۵	۹۵	۲۲۰	۸/۸	۲۰/۸	۷۹/۲
۴	۴/۷۵	۴۵۰	۱۸	۳۸/۸	۶۱/۲
۱۰	۲	۳۶۰	۱۴/۴	۵۳/۲	۴۶/۸
۱۶	۱/۱۸	۲۳۰	۹/۲	۶۲/۴	۳۷/۶
۳۰	۰/۶	۲۹۰	۱۱/۶	۷۴	۲۶
۵۰	۰/۳	۲۴۰	۹/۶	۸۳/۶	۱۶/۴
۱۰۰	۰/۱۵	۱۳۰	۵/۲	۸۸/۸	۱۱/۲
۲۰۰	۰/۰۷۵	۲۸۰	۱۱/۲	۱۰۰	۰/۰

جدول ۲- مشخصات سنگ دانه ها

وزن مخصوص خشک شن	۱۶۳۰ kg/m <sup>3</sup>
وزن مخصوص خشک ماسه	۱۶۳۰ kg/m <sup>3</sup>
مدول نرمی ماسه	۳

### ۳- طرح اختلاط بتن

فشاری و آزمون‌های استوانه‌ای استاندارد در سن ۲۸ روزه تحت آزمایش کشش در آزمایش شکافت نمونه قرار می‌گیرند. متوسط نتایج دو آزمون نتیجه نمونه آزمایشی تلقی می‌شود. نتایج آزمایش‌های مقاومت فشاری نمونه‌ها برای ۸ مقادیر مختلف پودر گیاه ماهور ( صفر درصد بعنوان نمونه شاهد و ۰/۲۵ و ۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱ و ۱/۵ و ۲ و ۳ درصد وزن سیمان) و برای سه نسبت آب به سیمان مختلف (۰/۵ و ۰/۵۵ و ۰/۶) در جدول شماره ۵ آمده است.

نتایج آزمایش‌های مقاومت کششی نمونه‌ها در آزمایش شکافت برای مقادیر مختلف پودر گیاه ماهور (صفر درصد بعنوان نمونه شاهد و ۰/۲۵ و ۰/۵ و ۰/۷۵ و ۱ و ۱/۵ و ۲ درصد وزن سیمان) و برای سه نسبت آب به سیمان مختلف (۰/۵ و ۰/۵۵ و ۰/۶) در جدول شماره ۶ آمده است. در این جدول  $f_{ct}$  مقاومت کششی

بتن نمونه‌ها از رابطه  $f_{ct} = \frac{2p}{DL}$  محاسبه شده است [۳، ۱، ۲]، در این رابطه  $P$  نیروی فشاری لحظه شکافت نمونه استوانه‌ای و  $D$  قطر استوانه برابر با ۱۵ سانتیمتر و  $L$  طول استوانه برابر با ۳۰ سانتی متر می‌باشد.

طرح اختلاط بتن برای سه نسبت آب به سیمان به صورت خلاصه در جدول شماره ۴ آمده است [۴، ۵]. در طرح اختلاط بتن نسبت‌های مواد تشکیل دهنده بتن با نسبت  $W/C = 0.5$  محاسبه و برای تمام نمونه‌های همان نوع بتن استفاده شده است و نسبت آب به سیمان و مقدار پودر گیاه ماهور در نمونه‌ها تغییر داده شده است. در این جدول  $G$  مقدار شن،  $S$  مقدار ماسه،  $C$  مقدار سیمان و  $W$  مقدار آب در هر متر مکعب بتن و  $D_c$  وزن مخصوص بتن تازه می‌باشد.

مقدار پودر گیاه ماهور به صورت ماده افزودنی به مخلوط بتن اضافه می‌شود، این ماده جایگزین قسمتی از سیمان مصرفی و یا قسمتی از ماسه نبوده و در نسبت  $W/C$  در نظر گرفته نمی‌شود.

### ۴- نتایج آزمایش‌ها و بررسی نتایج

آزمون‌های مکعبی تهیه شده طبق بندهای قبل بعد از عمل آوری در شرایط آزمایشگاهی در سنین ۷، ۱۴ و ۲۸ روزه تحت آزمایش

#### ۴-۱- اثر پودر گیاه ماهور در مقاومت فشاری بتن

نتایج آزمایش‌های مقاومت فشاری نمونه‌های مکعبی در سنین ۷، ۱۴ و ۲۸ روزه با مقادیر مختلف پودر ماهور و نسبت‌های مختلف آب به سیمان طبق جدول شماره ۵ بصورت نمودارهای شکل‌های ۳ آورده شده است. این نمودارها نشان می‌دهند افزودن پودر ماهور به بتن مقاومت فشاری بتن را مقداری افزایش می‌دهد. مقدار افزایش مقاومت فشاری بتن به مقدار پودر ماهور بستگی دارد. در بعضی حالت‌ها از نظر مقدار پودر ماهور اضافه شده و مقدار نسبت آب به سیمان، کاهش مقاومت فشاری نیز دیده می‌شود ولی در اکثر حالتها افزایش مقاومت وجود دارد.

نمودارهای شکل ۴ تغییرات مقاومت فشاری نمونه‌های مکعبی برای نسبت‌های آب به سیمان به ترتیب ۰/۵ و ۰/۵۵ و ۰/۶ با مقادیر مختلف پودر گیاه ماهور را نشان می‌دهند. از جدول شماره ۵ و نمودارهای شکل‌های ۳ و ۴ نتایج زیر حاصل می‌شود: در این جداول و نمودارها  $f_{cc7}$  و  $f_{cc14}$  و  $f_{cc28}$  به ترتیب مقاومت فشاری نمونه‌های مکعبی در سنین ۷ و ۱۴ و ۲۸ روزه می‌باشند.

الف- افزودن پودر گیاه ماهور به بتن در اغلب حالت‌ها مقاومت فشاری بتن را افزایش می‌دهد، در بعضی حالت‌ها کاهش مقاومت نیز دیده می‌شود.

ب- بیشترین افزایش مقاومت فشاری بتن در مقدار پودر ماهور ۲در صد وزن سیمان مشاهده می‌شود. برای مقادیر پودر ماهور ۳ در صد و بیشتر مقاومت فشاری بتن بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد

پ- افزایش مقاومت فشاری بتن حاوی پودر ماهور در سنین پایین‌تر بیشتر است، این نتیجه نشان دهنده آن می‌تواند باشد که افزودن پودر ماهور به بتن باعث تسریع در گیرش و کسب مقاومت بتن می‌شود، برای اثبات این موضوع به آزمایش‌های تکمیلی نیاز است.

ت- در اکثر نمونه‌ها با افزایش نسبت آب به سیمان از مقاومت فشاری بتن کاسته می‌شود که کاهش مقاومت فشاری با افزایش درصد پودر گیاه ماهور در نمونه‌ها متغیر است.

ج- مقدار افزایش مقاومت فشاری بتن حاوی پودر ماهور به صورت درصد نسبت به بتن بدون پودر برای نسبت آب به سیمان کمتر، بیشتر است.

#### ۴-۲- اثر پودر گیاه ماهور در مقاومت کششی بتن

نتایج آزمایش‌های مقاومت کششی نمونه‌های استوانه‌ای استاندارد در سن ۲۸ روزه با مقادیر مختلف پودر ماهور و نسبت‌های مختلف آب به سیمان طبق جدول شماره ۶ به صورت نمودارهای شکل ۵ آورده شده است. این نمودارها نشان می‌دهند افزودن پودر ماهور به بتن مقاومت کششی بتن را افزایش می‌دهد. در تمام حالتها از نظر مقدار پودر ماهور اضافه شده و نسبت آب به سیمان، افزایش مقاومت دیده می‌شود. مقدار افزایش مقاومت کششی بتن به مقدار پودر ماهور بستگی دارد. نمودارهای شکل ۶ تغییرات مقاومت کششی نمونه‌های استوانه‌ای برای نسبت‌های آب به سیمان به ترتیب ۰/۵ و ۰/۵۵ و ۰/۶ با مقادیر مختلف پودر گیاه ماهور را نسبت به مقاومت نمونه شاهد نشان می‌دهند.

پودر گیاه ماهور بصورت درصدی از وزن سیمان به نمونه‌های بتن افزوده شده است، با توجه به کم بودن وزن مخصوص پودر گیاه ماهور که حدود ۳۰۰ کیلوگرم در هر مترمکعب می‌باشد در صد کمی از این پودر حجم قابل توجهی دارد.

از جدول شماره ۶ و نمودارهای شکل‌های ۵ و ۶ نتایج زیر حاصل می‌شود:

الف- افزودن پودر گیاه ماهور به بتن در تمام حالت‌های مورد آزمایش مقاومت کششی بتن را افزایش می‌دهد.

ب- بیشترین افزایش مقاومت کششی بتن در مقدار پودر ماهور ۱/۵ در صد وزن سیمان مشاهده می‌شود، در این مقدار پودر ماهور مقاومت بتن در نسبت آب به سیمان ۰/۵، ۱۹/۲۶ در صد و در نسبت آب به سیمان ۰/۵۵، حدود ۲۸/۸ درصد و در نسبت آب به سیمان ۰/۶، این افزایش حدود ۲۷/۶ در صد نسبت به نمونه شاهد می‌باشد، که افزایش قابل توجهی است.

پ- افزایش مقاومت کششی بتن در اثر افزودن پودر گیاه ماهور در نسبت‌های آب به سیمان کمتر، بیشتر است.

جدول ۳- مواد تشکیل دهنده گیاه ماهور

ازت کل (N)	فسفر (P)	پتاسیم (K)	منیزیم (Mg)	روی (Zn)	منگنز (Mn)	مس (Cu)	آهن (Fe)	بر (B)
درصد				میلی گرم در کیلوگرم				
۱/۴	۰/۰۹	۰/۴۵	۰/۱۴	۲۲/۵	۶۴	۳۸/۵	۱۷۴۰	۳۳/۵

جدول ۴- طرح اختلاط برای بتن نمونه ها

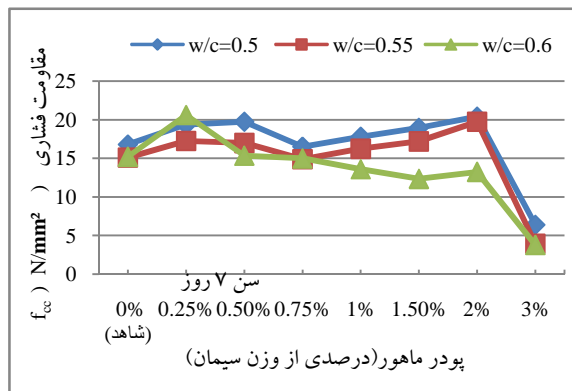
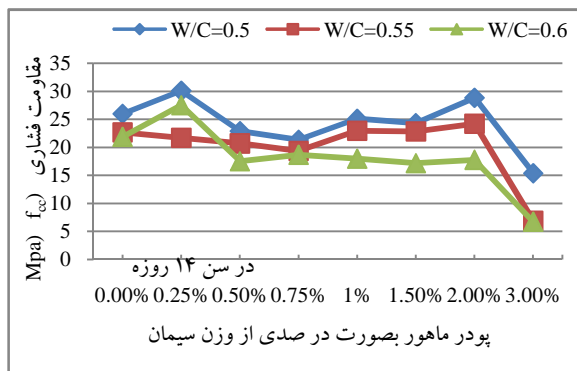
نسبت آب به سیمان w/c	Dc (kg/m <sup>3</sup> )	W (kg/m <sup>3</sup> )	C (kg/m <sup>3</sup> )	S (kg/m <sup>3</sup> )	G (kg/m <sup>3</sup> )
۰/۵	۲۳۵۵	۱۷۵	۳۵۰	۷۱۵	۱۱۱۵
۰/۵۵	۲۳۵۵	۱۹۳	۳۵۰	۶۹۰	۱۱۱۵
۰/۶	۲۳۵۵	۲۱۰	۳۵۰	۶۸۰	۱۱۱۵

جدول ۵- نتایج آزمایش های مقاومت فشاری نمونه ها

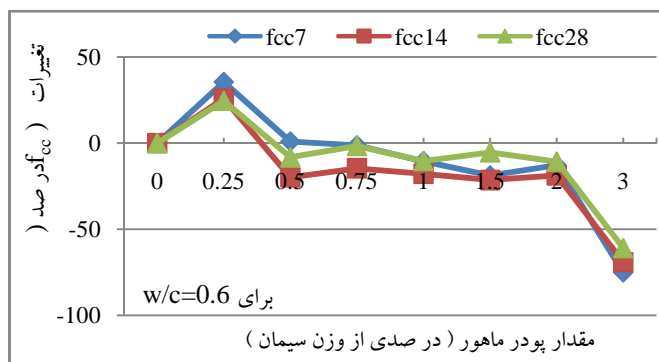
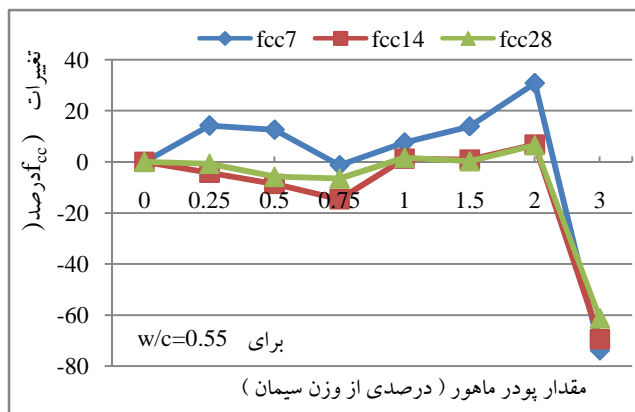
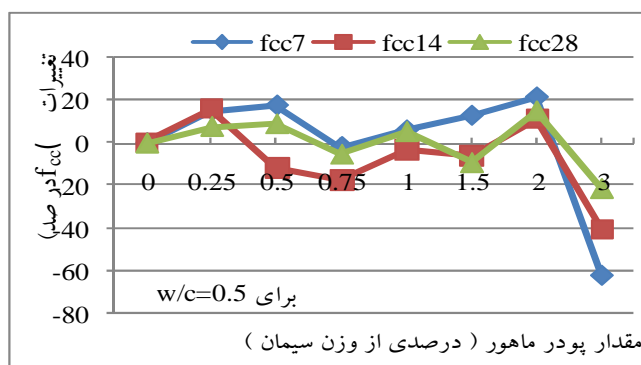
درصد پودر ماهور	سن نمونه (روز)	نسبت آب به سیمان (W/C)	مقاومت فشاری (N/mm <sup>2</sup> )	درصد پودر ماهور	سن نمونه (روز)	نسبت آب به سیمان (W/C)	مقاومت فشاری (N/mm <sup>2</sup> )		
۰ (شاهد)	۷	۰/۵	۱۶/۸	۱	۱۴	۰/۵	۲۲/۶۵		
		۰/۵۵	۱۵/۱			۰/۵۵	۲۱/۹		
		۰/۶	۱۵/۲			۰/۶	۲۸/۹۵		
	۱۴	۰/۵	۲۶		۲۸	۰/۵	۲۷/۴۵		
		۰/۵۵	۲۲/۶۵			۰/۵۵	۲۵/۹		
		۰/۶	۲۱/۹			۰/۶	۲۳/۲		
	۰/۲۵	۷	۰/۵		۱۹/۳۵	۱/۵	۱۴	۰/۵	۲۱/۷
			۰/۵۵		۱۷/۲۵			۰/۵۵	۲۷/۵۵
			۰/۶		۲۰/۶			۰/۶	۳۱/۲
		۱۴	۰/۵		۳۰/۱		۲۸	۰/۵	۲۷/۲۵
			۰/۵۵		۲۱/۷			۰/۵۵	۳۲/۲۵
			۰/۶		۲۷/۵۵			۰/۶	۲۴/۵
۰/۵		۷	۰/۵	۱۹/۷۵	۲		۱۴	۰/۵	۲۲/۹
			۰/۵۵	۱۷				۰/۵۵	۱۷/۵۵
			۰/۶	۱۵/۳۵				۰/۶	۳۱/۵۵
		۱۴	۰/۵	۲۲/۹			۲۸	۰/۵	۲۵/۸۵
			۰/۵۵	۲۰/۷				۰/۵۵	۲۳/۷۵
			۰/۶	۱۷/۵۵				۰/۶	۲۳/۱
	۰/۷۵	۷	۰/۵	۱۶/۵		۳	۱۴	۰/۵	۲۱/۳۵
			۰/۵۵	۱۴/۹				۰/۵۵	۱۸/۷
			۰/۶	۱۵				۰/۶	۲۷/۴۵
		۱۴	۰/۵	۲۱/۳۵			۲۸	۰/۵	۲۵/۶۵
			۰/۵۵	۱۹/۳۵				۰/۵۵	۲۵/۴۵
			۰/۶	۱۸/۷				۰/۶	۱۰/۱
۲۸		۰/۵	۲۷/۴۵	۲۸	۰/۵		۲۲/۱		
		۰/۵۵	۲۵/۶۵		۰/۵۵		۱۰/۶		
		۰/۶	۲۵/۴۵		۰/۶		۶/۴		
۰/۵		۷	۰/۵	۱۶/۵	۳		۱۴	۰/۵	۲۱/۳۵
			۰/۵۵	۱۴/۹				۰/۵۵	۱۸/۷
			۰/۶	۱۵				۰/۶	۲۷/۴۵
	۱۴	۰/۵	۲۱/۳۵	۲۸		۰/۵	۲۵/۶۵		
		۰/۵۵	۱۹/۳۵			۰/۵۵	۲۵/۴۵		
		۰/۶	۱۸/۷			۰/۶	۱۰/۱		
	۲۸	۰/۵	۲۷/۴۵	۲۸		۰/۵	۲۲/۱		
		۰/۵۵	۲۵/۶۵			۰/۵۵	۱۰/۶		
		۰/۶	۲۵/۴۵			۰/۶	۶/۴		

جدول ۶- نتایج آزمایش‌های مقاومت کششی نمونه‌ها

$f_{ct}$ (Mpa)	A(mm <sup>2</sup> )	نیروی P (KN)	نسبت آب به سیمان (W/C)	درصد ماده افزودنی گیاهی	ردیف
۲/۴۴	۱۴۱۳۰۰	۱۷۲/۵	۰/۵	٪ ۰ (شاهد)	۱
۲/۳۶	۱۴۱۳۰۰	۱۶۶/۷۴	۰/۵۵		
۲/۱۴	۱۴۱۳۰۰	۱۵۱/۱۹	۰/۶		
۲/۸۲	۱۴۱۳۰۰	۱۹۹/۲۳	۰/۵	٪ ۰/۲۵	۲
۲/۷۴	۱۴۱۳۰۰	۱۹۳/۵۸	۰/۵۵		
۲/۶۲	۱۴۱۳۰۰	۱۸۵/۱	۰/۶		
۲/۹۱	۱۴۱۳۰۰	۲۰۵/۸	۰/۵	٪ ۰/۵	۳
۲/۸۳	۱۴۱۳۰۰	۱۹۹/۹۴	۰/۵۵		
۲/۵۴	۱۴۱۳۰۰	۱۷۹/۵	۰/۶		
۲/۹۴	۱۴۱۳۰۰	۲۰۷/۷	۰/۵	٪ ۰/۷۵	۴
۲/۹۲	۱۴۱۳۰۰	۲۰۶/۳	۰/۵۵		
۲/۵۸	۱۴۱۳۰۰	۱۸۲/۳	۰/۶		
۳/۰۲	۱۴۱۳۰۰	۲۱۳/۶	۰/۵	٪ ۱	۵
۲/۹۸	۱۴۱۳۰۰	۲۱۰/۵۴	۰/۵۵		
۲/۵	۱۴۱۳۰۰	۱۷۶/۶۲	۰/۶		
۲/۹۱	۱۴۱۳۰۰	۲۰۵/۳۵	۰/۵	٪ ۱/۵	۶
۳/۰۴	۱۴۱۳۰۰	۲۱۴/۷۷	۰/۵۵		
۲/۷۳	۱۴۱۳۰۰	۱۹۲/۸۷	۰/۶		
۲/۸۸	۱۴۱۳۰۰	۲۰۳/۴۷	۰/۵	٪ ۲	۷
۲/۹	۱۴۱۳۰۰	۲۰۴/۸۸	۰/۵۵		
۲/۴۵	۱۴۱۳۰۰	۱۷۳/۱	۰/۶		



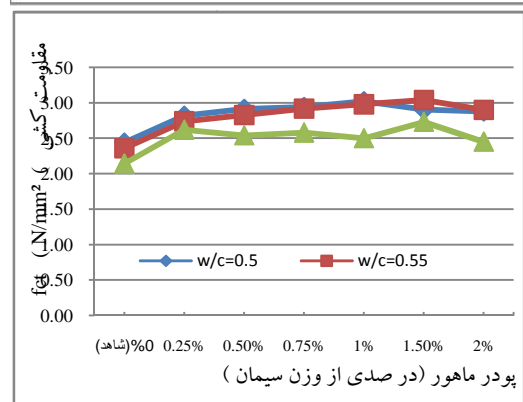
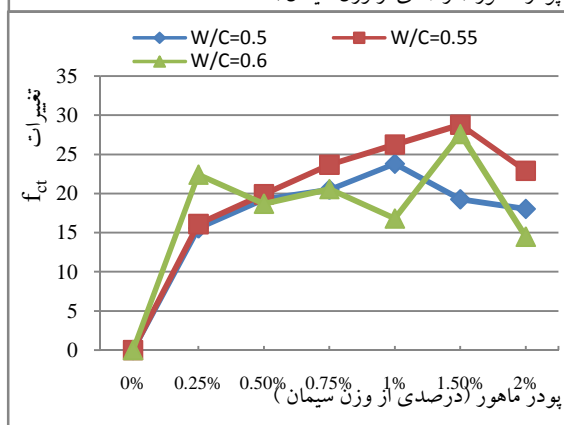
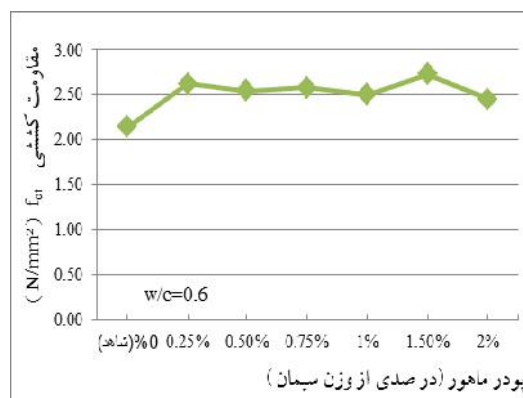
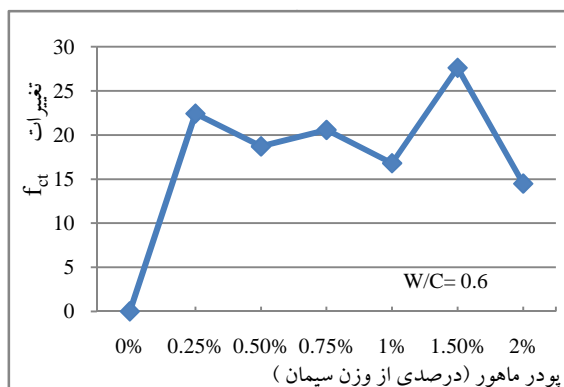
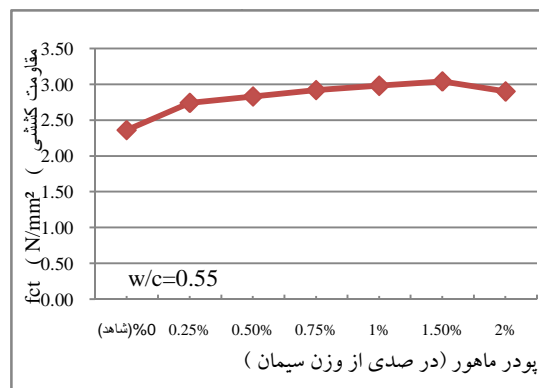
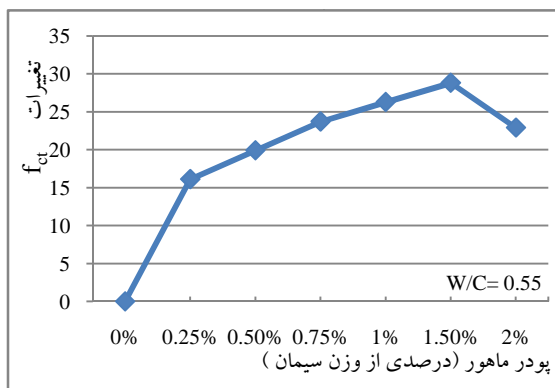
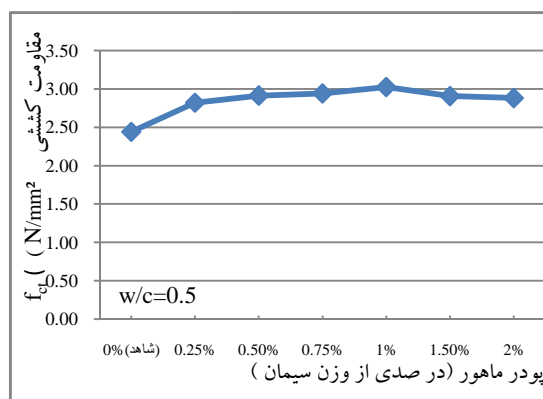
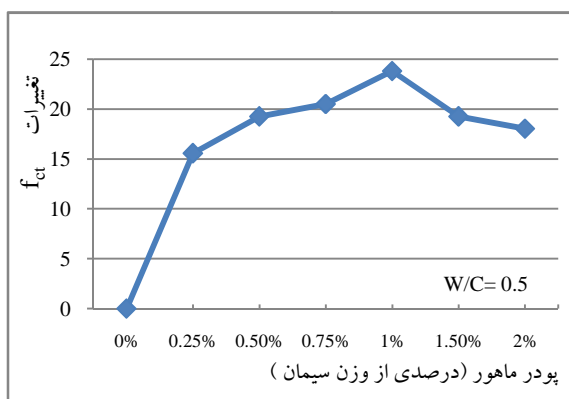
شکل ۳- مقاومت فشاری بتن با مقادیر مختلف پودر ماهور



شکل ۴- تغییرات مقاومت فشاری بتن حاوی پودر ماهور



طالب مرادی شقاقی، حسن علاقی پور، مسعود شاهدی فرد



شکل ۵- مقاومت کششی نمونه های بتن حاوی پودر ماهور / شکل ۶- تغییرات مقاومت کششی بتن حاوی پودر ماهور

**۵- نتیجه گیری**

با توجه به نتایج آزمایش های انجام شده که در جداول و نمودارها ارائه گردید، نتایج زیر حاصل می شود:

۱- افزودن پودر گیاه ماهور به بتن در اغلب حالت ها مقاومت

فشاری بتن را حدود ۱۲ درصد افزایش می دهد، در بعضی حالت ها کاهش مقاومت نیز دیده می شود.

۲- بیشترین افزایش مقاومت فشاری بتن در مقدار پودر ماهور ۲ در صد وزن سیمان مشاهده می شود.

۳- مقدار افزایش مقاومت فشاری بتن حاوی پودر ماهور برای نسبت آب به سیمان کمتر، بیشتر است.

۴- افزودن پودر گیاه ماهور به بتن در تمام حالت های مورد آزمایش مقاومت کششی بتن را حدود ۲۵ درصد افزایش می دهد.

۵- بیشترین افزایش مقاومت کششی بتن در مقدار پودر ماهور ۱/۵ در صد وزن سیمان مشاهده می شود.

۶- افزایش مقاومت کششی بتن در اثر افزودن پودر گیاه ماهور در نسبت های آب به سیمان کمتر بیشتر است.

۷- با افزودن پودر گیاه ماهور به بتن مقاومت کششی بتن بیشتر از مقاومت فشاری آن افزایش می یابد.

۸- به توجه به افزایش مقاومت کششی بتن با افزودن پودر گیاه ماهور، بتن حاوی پودر ماهور در اثر افت بتن و در اثر تغییرات دما ترک های کمتری خواهد داشت.

۹- برای بتن با مقاومت مقرر با افزودن پودر گیاه ماهور می توان مصرف سیمان را کاهش داد.

**۶- تشکر و قدر دانی**

جهت انجام این تحقیق از بودجه پژوهشی دانشگاه استفاده شده است. در پروسه تحقیق حاضر افراد زیادی با گروه تحقیق همکاری صمیمانه داشته اند، که لازم است از همکاری آنها تشکر و قدردانی گردد، از جمله، معاون پژوهشی محترم دانشگاه، مدیر

پژوهشی محترم، رئیس محترم دانشکده فنی مهندسی، کارشناسان و کارکنان محترم حوزه ی معاونت پژوهشی و کارکنان محترم آزمایشگاه تکنولوژی بتن دانشگاه.

**۷- منابع**

۱- ا. نویل، ج.ج. بروکس، تکنولوژی بتن، ترجمه، رضانیانپور، علی اکبر، شاه نظری، محمد رضا، انتشارات علم و صنعت ۱۱۰، ۱۳۸۳

۲- طاحونی، شاپور، طراحی ساختمانهای بتن آرمه، موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۳۷۵

۳- مرادی شقاقی، طالب، طراحی سازه های بتن آرمه بر اساس مبحث ۹ مقررات ملی ساختمان، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز، ۱۳۹۰

۴- مبحث ۹ مقررات ملی ساختمانی ایران، طرح و اجرای ساختمانهای بتنی، دفتر تدوین و ترویج مقررات ملی ساختمان، ۱۳۸۸

۵- مستوفی نژاد، داود، تکنولوژی و طرح اختلاط بتن، چاپ ششم، انتشارات ارکان، اصفهان، ۱۳۸۲

6- Design and Control of Concrete Mixture, 13 ed., Portland Cement Association, 1988. 14- Woolf. D.

7- O. "Significance of Tests and Properties of Concrete and Concrete Making Materials, "ASTM STP 169, 1956 AND ASTM STP 169A, 1966.

8- Neville. A. m. Properties of Concrete, Wily, New York, 1963

9- <http://turkedava.blogfa.com/post-8.aspx>

10- Concrete Admixtures Handbook: Properties Science and Technology, (Editor V.S.

Ramachandran) pp.211-68, (NEW Jersey, USA, Noyes publications, 1984)

11- ACI COMMITTEE 308-81, Standard Practice for curing concrete, Part 2, ACI Manual of Concrete Practice, 1984

12- Concrete Admixtures: Uses and Applications, (Editor, M. R. RIXOM) (New York, Construction Press, Longman. 1977)

## Experimental Investigation of Strength of Concrete with Verbascum Thapsus (Mahur) Herbal Additive

Taleb Moradi Shaghghi\*

Faculty member, Department of engineering, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

HasanAlaghipour

Under graduate Student, Department of engineering, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

MasoudShahedifar

Under graduate Student, Department of engineering, Tabriz branch, Islamic Azad University, Tabriz, Iran

### Abstract

Due to the high usage of concrete in construction, civil engineers try to decrease the defects of concrete and increase the benefits of it by using some methods. One of these methods is adding additive materials in order to achieve mentioned target. Undoubtedly in the usage of these materials engineers should pay attention to economic issues, decreasing costs of project and their availability. Most of these additive materials used in concrete, are chemicals and albeit they improve some properties of concrete they have some negative effects on other features of it.

In this investigation an herbal additive material is used in concrete, this herbal material is the powder of the leaves of a plant named Mahur or Khargushak(Verbascum Thapsus) that grows in the mountains naturally. The experimental results of specimens in this investigation indicate that adding this herbal material during concrete mixing increases compressive strength up to 12% and tensile strength 20% to 25%. Due to the significant increase in tensile strength of concrete by adding the powder of Mahur additive, the surficial cracks of concrete decrease. By the way the amount of used cement in order to reach to a specific strength decreases.

**Keywords:** Verbascum Thapsus(Mahur), Compressive Strength of concrete, Tensile Strength of concrete, Water per Cement ratio

---

\*Corresponding author: ta.moradi@iaut.ac.ir