بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه هرمزگان

دانشکده‌ی کشاورزی و منابع‌طبیعی

پایان‌نامه برای دریافت درجه ی کارشناسی‌ارشد

(رشته‌ی مهندسی منابع‌طبیعی– گرایش آبخیزداری)

عنوان

بررسیِ حساسیتِ مدلِ HEC-HMS به داده‌های واردشده با مقیاس‌های مکانی مختلف

(مطالعه‌ی موردی حوزه‌ی آبخیز جاماش–استان هرمزگان)

اُستاد راهنما

دکتر اَرشک حُلی‌ساز

اُستادان مشاور

دکتر احمد نوحه‌گر

دکتر مجتبی خلیلی‌زاده

نگارش

بهروز احمدی‌دوست

شهریور۹۲

چکیده

در دو دهه ی اخیر، برنامه های کاربردی مدل سازی رقومی زمینی هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژیکی، خاکشناسی و تحقیقات زیست‌شناسی همراه با کمک پیشرفت سریع سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج) افزایش پیدا کرده‌است. مدل‌های هیدرولوژیک به تغییر در مقادیر ورودی به مدل حساس هستند، لذا تغییر پیکسل‌سایز داده‌های ورودی مقادیر خروجی مدل ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد و نتایج معنا دار متفاوت تولید می کنند. در این تحقیق با استفاده ی از نقشه های توپوگرافی با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ و با انتخاب ده پیکسل سایز (۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۵۰، ۷۵، ۸۰، ۱۰۰ و ۲۰۰) و همچنین با استفاده از نرم‌افزارهای Arc GIS و HEC-HMS، مقادیر خروجی مدل HEC-HMS در برآورد دبی اوج سیلابی حوزه ی آبخیز جاماش در استان هرمزگان با استفاده از چهار تابع هدف انحراف معیار وزنی دبی اوج، مجموع مربع باقیمانده ها، مجموع قدرمطلق خطا و تابع درصد خطای دبی‌اوج مورد بررسی قرار گرفته اند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که دقّت دبی های اوج محاسبه شده توسط مدل HEC-HMS در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۵۰,۰۰۰ بیشتر از دقّت دبی های اوج محاسبه شده توسط مدل HEC-HMS در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ می‌باشد. همچنین دقّت دبی های اوج محاسبه شده در پیکسل سایزهای کوچک‌تر (۲۰ الی ۵۰) بیشتر از سایر پیکسل‌سایزهای انتخابی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مقیاس مکانی، پیکسل‌سایز، Arc GIS، HEC-HMS، حوزه‌ی آبخیز جاماش

فهرست مطالب

فصل اول: بیانِ‌مسأله و کلیات ۱

۱-۱ مفهوم مقیاس مکانی ۲

۱-۲ بیانِ‌مسأله ۴

۱-۳ توپولوژی ۸

۱-۴ هدف‌های اساسی تحقیق ۸

۱-۵ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق ۸

۱-۶ کلّیات روند اجرای پایان‌نامه ۹

فصل دوم: مبانی نظری و پیشینه‌ی تحقیق ۱۱

۲-۱ تشریح مدل ۱۲

۲-۲ افق دید ۱۲

۲-۳ تاریخچه ۱۲

۲-۴ قابلیت‌ها ۱۴

۲-۵ تشریح فیزیکی حوزه‌ی آبخیز ۱۴

۲-۶ تشریح هواشناسی ۱۵

۲-۷ شبیه‌سازی هیدرولوژیکی ۱۵

۲-۸ تخمین پارامترها ۱۶

۲-۹ بررسی شبیه‌سازی‌ها ۱۶

۲-۱۰ ارتباط با سامانه‌ی اطلاعات جغرافیایی ۱۶

۲-۱۱ محدودیت‌ها ۱۷

۲-۱۲ تأثیر مقیاس آبخیز بر واسنجی پارامترهای مدل HEC-HMS ۱۷

۲-۱۳ استخراج اطلاعات هیدرولوژیکی از داده‌های مکانی برای مدل HMS ۱۹

۲-۱۴ ارزیابی تغییرپذیری مکانی و اثرات مقیاس بر فرآیندهای هیدرولوژیکی در حوزه ی آبخیز رودخانه ی Midsize ۲۰

۲-۱۵ اثر مقیاس مکانی بر تغییرپذیری مکانی در پاسخ هیدرولوژیکی: تجارب و نظرات ۲۲

۲-۱۶ واسنجی و اعتباریابی مدل HEC-HMS و آنالیز حساسیت آن در برآورد مشخصه های هیدروگراف (مطالعه‌ی موردی حوزه‌ی آبخیز جاماش استان هرمزگان) ۲۴

۲-۱۷ فرضیه‌ی تحقیق ۲۶

فصل سوم: مواد و روش‌ها ۲۷

۳-۱ ویژگی‌های طبیعی حوزه‌ی آبخیز جاماش ۲۸

۳-۲ رویدادهای انتخاب شده ۳۴

۳-۳ روش تحقیق ۳۵

۳-۴ واسنجی ۳۵

۳-۴-۱ تابع انحراف معیار وزنی دبی‌اوج ۳۶

۳-۴-۲ تابع مجموع مربع باقیمانده‌ها ۳۶

۳-۴-۳ تابع مجموع قدرمطلق خطا ۳۶

۳-۴-۴ تابع درصد خطای دبی‌اوج ۳۷

۳-۵ روش‌کار با الحاقیه‌ی مدل‌سازی هیدرولوژیکی زمین-مکانی (HEC-Geo HMS)..... ۳۸

فصل چهارم: یافته‌ها..... ۴۶

۴-۱ آبنمودهای حوزه‌ی‌آبخیز رودخانه‌ی جاماش..... ۴۷

۴-۲ تفسیر و تحلیل دبی‌های‌اوج محاسبه‌شده در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰..... ۷۱

۴-۳ تفسیر و تحلیل دبی‌های‌اوج محاسبه‌شده در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۵۰,۰۰۰..... ۷۳

۴-۴ تحلیل و تفسیر توابع در چهار رویداد در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰..... ۷۵

۴-۴-۱ تابع انحراف معیار وزنی دبی‌اوج..... ۷۵

۴-۴-۲ تابع مجموع مربع باقیمانده‌ها..... ۷۵

۴-۴-۳ تابع مجموع قدرمطلق خطا..... ۷۵

۴-۴-۴ تابع درصد خطای دبی‌اوج..... ۷۶

۴-۵ تحلیل و تفسیر توابع در چهار رویداد در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۵۰,۰۰۰..... ۷۷

۴-۵-۱ تابع انحراف معیار وزنی دبی‌اوج..... ۷۷

۴-۵-۲ تابع مجموع مربع باقیمانده‌ها..... ۷۷

۴-۵-۳ تابع مجموع قدرمطلق خطا..... ۷۷

۴-۵-۴ تابع درصد خطای دبی‌اوج..... ۷۸

۴-۶ آزمون فرضیه با استفاده از آنالیز واریانس..... ۷۸

فصل پنجم: نتیجه‌گیری و بحث..... ۸۰

۵-۱ نتیجه‌گیری..... ۸۱

۵-۲ پیشنهادها..... ۸۳.

منابع..... ۸۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱: تأثیر مقیاس آبخیز بر واسنجی پارامترهای مدل HEC-HMS..... ۱۸

جدول ۲-۲: استخراج اطلاعات هیدرولوژیکی از داده‌های مکانی برای مدل HMS..... ۱۹

جدول ۲-۳: ارزیابی تغییرپذیری مکانی و اثرات مقیاس بر فرآیندهای هیدرولوژیکی در حوزه ی رودخانه ی Midsize..... ۲۱

جدول ۲-۴: اثر مقیاس مکانی بر تغییرپذیری مکانی در پاسخ هیدرولوژیکی: تجارب و نظرات..... ۲۳

جدول ۲-۵ واسنجی و اعتباریابی مدل HEC-HMS و آنالیز حساسیت آن در برآورد مشخصه های هیدروگراف (مطالعه موردی حوزه‌ی آبخیز جاماش استان هرمزگان)..... ۲۵

جدول ۳-۱: تشریح ویژگی‌های طبیعی حوزه‌ی آبخیز جاماش..... ۲۸

جدول ۳-۲: رویدادهای اجرا شده در مدل برای حوزه‌ی آبخیز جاماش..... ۳۴

جدول ۴-۱: جدول تفسیر آبنمود سیل ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰..... ۵۲

جدول ۴-۲: جدول تفسیر آبنمود سیل ۱۳۷۴/۱۰/۲۱ در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰..... ۵۴

جدول ۴-۳: جدول تفسیر آبنمود سیل ۱۳۷۵/۱۱/۰۶ در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰..... ۵۶

جدول ۴-۴: جدول تفسیر آبنمود سیل ۱۳۸۸/۱۲/۰۸ در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰..... ۵۸

جدول ۴-۵: محاسبه‌ی شاخص انحراف معیار وزنی دبی اوج شبیه سازی شده در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰..... ۶۱

جدول ۴-۶: محاسبه‌ی شاخص مجموع مربع باقیمانده های دبی شبیه سازی شده در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ ..... ۶۳

جدول ۴-۷: محاسبه‌ی شاخص مجموع قدر مطلق خطای دبی شبیه سازی شده در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ ..... ۶۵

جدول ۴-۸: محاسبه‌ی شاخص درصد خطای دبی اوج دبی شبیه سازی شده در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰ ..... ۶۷

جدول شماره‌ی ۴-۹: مقایسه‌ی تطبیقی توابع هدف در مقیاس‌ها و پیکسل‌سایزهای مختلف..... ۶۹

جدول شماره‌ی ۴-۱۰: نتایج تحلیل آزمون آنالیز واریانس توابع هدف در مقیاس‌های مکانی مختلف..... ۷۹

جدول شماره‌ی ۴-۱۱: نتایج تحلیل آزمون آنالیز واریانس در توابع هدف بدون در نظرگرفتن مقیاس مکانی..... ۷۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۳-۱: تصویر نقشه‌ی توپوگرافی حوزه‌ی آبخیز جاماش در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۵۰,۰۰۰..... ۴۱

شکل ۳-۲: تصویر نقشه‌ی مدل رقومی ارتفاع در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ با پیکسل‌سایز ۱۵..... ۴۲

شکل ۳-۳: تصویر نقشه‌ی شماتیک زیرحوزه‌ها و شبکه‌ی رودخانه‌ی حوزه‌ی آبخیز جاماش در نقشه‌ی با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و پیکسل‌سایز ۳۰..... ..... ۴۳

شکل ۳-۴: نمونه‌ی تصویر موقعیت مکانی زیرحوزه‌ها، بازه ها، تقاطع ها و ایستگاه خروجی حوزه ی آبخیز رودخانه‌ی جاماش (سرمُقَسِم) در اجرای مدل با مقیاس مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و پیکسل‌سایز ۸۰..... ۴۴

شکل ۳-۵: تصویر ماهواره‌ای حوزه‌ی آبخیز جاماش (برگرفته‌از لندست تی‌ام باند ۷ سال۲۰۰۹)..... ۴۵

شکل ۴-۱: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۲۵,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۱۰..... ۴۸

شکل ۴-۲: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۲۵,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۳۰..... ۴۸

شکل ۴-۳: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۲۵,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۸۰..... ۴۹

شکل ۴-۴: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۲۵,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۲۰۰..... ۴۹

شکل ۴-۵: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۵۰,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۱۵..... ۵۰

شکل ۴-۶: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۵۰,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۳۰..... ۵۰

شکل ۴-۷: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۵۰,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۱۰۰..... ۵۱

شکل ۴-۸: آبنمود خروجی حوزه در رویداد ۱۳۸۸/۱۱/۱۶ در نقشه‌ی ۱:۵۰,۰۰۰ در پیکسل‌سایز ۲۰۰..... ۵۱

شکل ۴-۹: تغییرات دبی‌اوج محاسبه‌شده با تغییر پیکسل سایز در نقشه های با مقیاس های مکانی ۱:۲۵,۰۰۰ و ۱:۵۰,۰۰۰..... ..... ۶۰

فصل اول: بیانِ‌مسأله و کلیات

مقدمه

۱-۱ مفهوم مقیاس مکانی[۱]: در دو دهه ی اخیر برنامه های کاربردی مدل‌سازی رقومی زمینی هیدرولوژیکی، ژئومورفولوژیکی، خاکشناسی و تحقیقات زیست شناسی همراه با کمک پیشرفت سریع سیستم اطلاعات جغرافیایی (ساج)، افزایش پیدا کرده‌است (کیم و ژنگ[۲]، ۲۰۱۱). داده‌های رستری (Raster Data) یکی از اشکال ذخیره سازی داده های هندسی هستند که در آن فضا به سلول های منظم و هم اندازه تقسیم می شوند. ناحیه‌ی درون هر سلول تقسیم ناپذیر بوده و توصیف هر سلول (مثلاً اندازه‌ی روشنایی آن) به موقعیت درون آن سلول منتسب است . سطر و ستون هر سلول نشان دهنده ی موقعیت عارضه و مقدار آن، نمایش دهنده‌ی نوع عارضه و یا ویژگی موجود در آن موقعیت می باشد. مدل‌های رقومی ارتفاع[۳] یک نمایش پیوسته‌ی ارتفاع سطح زمین بوده و عوارض به عنوان اشیاء مستقل تلقی نمی شوند، بلکه به وسیله گروهی از سلول ها با ویژگی مشابه نمایش داده می شوند و یکی از منابع داده های اساسی برای استخراج ویژگی های متنوع اشکال زمین هستند . علی‌رغم استفاده‌ی گسترده از مدل‌های رقومی ارتفاع در آنالیز های زمینی، مباحث جدی در ارتباط با روش های مختلف تولید، آنالیز و انتخاب مدل رقومی ارتفاع وجود دارد . این نگرانی‌ها عبارتنداز: روش‌های ساختن یک مدل رقومی ارتفاع، منابع داده ی رقومی ارتفاعی، کیفیت (درستی یا غلط بودن) یک مدل رقومی ارتفاع، الگوریتم ها برای محاسبه‌ی متغیرهای ویژه‌ی توپوگرافیکی و قدرت‌تفکیک شبکه‌ی مطلوب از یک مدل رقومی ارتفاع (کیم و ژنگ، ۲۰۱۱). اثر تغییر پذیری مکانی و مقیاس بر واکنش هیدرولوژیکی آبخیز ها و دیگر اهمیت‌های مقیاس مکانی در مدل‌سازی هیدرولوژیکی به‌طور گسترده‌ای توسط محققان مختلف مورد مطالعه قرار گرفته‌است (یالدیز و باروس[۴]، ۲۰۰۹: کیم و ژنگ، ۲۰۱۱). در آبخیز ها اغلب نتایج تغییر پذیری مکانی از واکنش متقابل بین ویژگی‌های اکوسیستم مانند توپوگرافی، پوشش گیاهی و زمین شناسی به وجود می آید. مدل‌های هیدرولوژیکی فیزیکی‌بنیان، به ابزار مهمی برای بررسی تأثیرات تغییر مقیاس مکانی در آبخیز ها با استفاده‌ی از پارامترهای فیزیکی و تغییرپذیری مکانی، تبدیل شده‌اند (یالدیز و باروس، ۲۰۰۹). آنها می‌توانند به سادگی کلیه‌ی اطلاعات توپوگرافی، خاک، پوشش گیاهی و آب وهوا از منابع داده سنجش از دوری و دیجیتالی برای اجراهای گوناگون هیدرولوژیکی در آبخیز ها را انجام دهند (اگلسون[۵]، ۱۹۸۶).

---

[1] - The Concept Of Spatial Scale

[2] - Kim and Zheng

[۳] - Digital Elevation Model

[4] - Yildiz and Barros

[5]- Peter S. Eagleson

چندین مطالعه با تنوعی از مدل های هیدرولوژیکی موجود برای تحقیق درباره ی اثر اندازه‌ی زیرحوزه‌های آبخیز (Sub-Watershed Size) بر خروجی‌های مدل‌های هیدرولوژیکی انجام شده‌است. این مطالعات شامل ارزیابی آب‌وخاک با ابزار مدل (Soil and Water Assessment Tool)، مدل مدیریت رواناب‌های شهری (Storm Water Management Mode) و سیستم مدل‌سازی هیدرولوژیکی HEC-HMS[1] (ژانگ و همکاران [2]، ۲۰۱۳) بوده‌است. این مطالعات به بررسی چگونگی تجمع اثرات دبی اوج و حجم جریان بر مقیاس آبخیز پرداخته‌اند. محققین اثرات اندازه‌ی زیرحوزه‌های آبخیز در تعیین بزرگنمایی دبی جریان و اثر تغییرات برای انواع مختلف طوفان را نشان داده اند (ژانگ و همکاران، ۲۰۱۳). بعضی از محققین نتایج کاملاً متناقضی را با در نظر گرفتن اثر انداز ه‌ی آبخیز در تعیین بزرگنمایی های اوج جریان اظهار کرده اند (کاوفلت و همکاران [3]، ۲۰۱۳). بعضی از محققین هم گزارش کرده اند که حوزه ی آبخیز بزرگ‌تر باعث افزایش دبی اوج جریان می شود (وود[4]، ۲۰۰۴). به‌عبارت‌دیگر اغلب مطالعات به این موضوع اشاره داشته اند که حجم جریان به تقسیم‌بندی آبخیز بیشتر حساس است. همه‌ی این مطالعات بر اثرات تقسیم‌بندی آبخیز بر دبی اوج جریان و حجم آب تأکید کرده‌اند.

مدل‌های بارش – رواناب و تخمین دبی سیلاب همیشه بزرگترین وظیفه را در علوم هیدرولوژیکی و مهندسی داشته‌اند. تخمین جریان سیلاب، مخصوصاً دقّت مکانی را ارائه می کند، زیرا پیش بینی‌های درست در مدیریت برنامه‌های اورژانسی سیلاب اثر گذاراست. در مدل HEC-HMS کلیه‌ی داده‌های خروجی مشتق شده (داده‌های مکانی) و مرتبط با مدل رقومی ارتفاع (DEM) که توسط الحاقیه ی مدل‌سازی هیدرولوژیکی زمین – مکانی (HEC – Geo HMS[5]) پردازش و تولید می شوند، قابل استفاده می باشد. فرآیند تولید داده های ورودی برای ترکیب اجزای حوزه د ر این مدل به هفت مرحله تقسیم می شود: ۱- آنالیزهای زمینی رستر بنیان ۲- توصیف آبخیز و شبکه ی جریان رستربنیان ۳- وکتوری‌کردن آبخیزها و بخش‌های جریان ۴- آنالیزهای توپولوژیکی ۵- محاسبه‌ی پارامترهای هیدرولوژیکی آبخیز ها ۶- محاسبه‌ی پارامترهای هیدرولوژیکی بخش های جریان ۷- تشریح مدل حوزه (Basin Model). ایجاد توپولوژی سیستم هیدرولوژیکی که شامل تعیین محل عناصر پایین‌دست هر عنصر است . چونکه شماتیک هیدرولوژیکی HEC-HMS فقط به یک عنصر پایین دست اجازه می‌دهد، بدون شک شروع این فرآیند با در نظر گرفتن هفت عنصر هیدرولوژیکی در مدل HMS که عبارتنداز زیرحوزه‌ها، بازه‌ها، تقاطع‌ها، مخازن، منبع‌ها، چاله‌ها و انحراف‌ها هستند، آغاز می‌شود. توپولوژی فقط برای چهار

[1] - Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System

[2] -Zhang et al.

[3] -Kauffeldt et al.

[4] -Woods

[5] - Hydrologic Engineering Center-Geospatial Hydrologic Modeling System

عنصر زیرحوزه‌ها، بازه‌ها، تقاطع‌ها و چاله‌ها کاربرد دارد. مقادیر پارامتر توپوگرافی زیرحوزه مانند شیب و جهت به وسیله‌ی اندازه‌ی زیرحوزه کنترل می‌شوند (الیویرا[1]، ۲۰۰۱).

توصیف‌های متفاوت از اتصالات شبکه ی رودخانه و اندازه ی شیب می‌تواند منجر به ارائه ی تصویر غلطی از تولید بارش و رواناب شود . تأکید برجسته ای بر اندازه ی آبخیز در کمک به فهم دقیق تر و کامل تری از چرخه ی هیدرولوژیکی وجود داشته‌است. تأثیر اندازه‌ی زیرحوزه‌های یک آبخیز در تعیین بزرگنمایی دبی اوج جریان و اثر تغییرات آن بر انواع بارش مورد بررسی قرار گرفته است (ژانگ و همکاران ، ۲۰۱۳). قدرت‌تفکیک مکانی بالای زیرحوزه‌ها می تواند باعث افزایش یا کاهش اجرای بهینه ی مدل شود . وابستگی زیادی بین ت أثیر مقیاس زیرحوزه‌های آبخیز و فرآیند های هیدرولوژیکی مختلف وجود دارد . اگرچه اهمیت آنالیز های مکانی در تعریف مدل حوزه جای دارد، وجود سیستم اطلاعات جغرافیایی که یک ابزار مدل‌سازی قدرتمند است، در بهره گیری از توانایی‌های آن برای تولید یک مدل حوزه اهمیت زیادی دارد. همچنین داده‌های زمانی بارش و رواناب در مدل مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱-۲ بیانِ مسأله: در سال های اخیر مقیاس به عنوان یکی از موانع اصلی شناخت طبیعت در منابع متعدد مورد توجّه قرار گرفته‌است. ورود فناوری‌های جدید چون سامانه ی اطلاعات جغرافیایی و سنجش‌ازدور که حجم زیادی از داده ها را در پایه های مقیاسی در دسترس قرار داده‌است، موجب شده است که مسأله‌ی مقیاس، در بطن و بنیان مطالعات شناخت طبیعت قرار گیرد (حلی‌ساز و همکاران، ۱۳۹۰). مقیاس توسط دانشمندان علوم مختلف تعریف شده است و تفاوت تعار یف ناشی از تفاوت آنها در نوع نگاه شان به مقیاس در علوم مختلف بوده‌است. اسمیت[2] سه نوع مقیاس تعریف می کند: مقیاس کارتوگرافیک همان‌گونه که این نام آن را معرفی می کند در سطحی از انتزاع معنا می یابد که در آن نقشه تولید می شود و تطابق نسبی آن با واقعیت (زمینی) را نشان می‌دهد، مقیاس متدولوژیک که در ارتباط با مقیاس انتخاب شده توسط یک محقق در آغاز جمع آوری اطلاعات لازم برای پیگیری مشکل تحقیق است. بر عکس این‌دو مفهوم نظری (Conceptualization) اسمیت سومین تعریف مقیاس را که مقیاس جغرافیایی است ، به صورت یک خلاصه (مفهوم، بخش، دید) مفهومی کلی که به زمین سیماهای مقیاسی تکیه دارد تعریف می کند (هریس[3]، ۲۰۰۶). پاول مقیاس را فاصله ای می‌داند که پایش یک کمیّت درون آن امکان پذیر باشد (اشنایدر[4]، ۲۰۰۱). طبق تعریف گیبسون و همکاران مقیاس اینگونه بیان

[1] -Francisco Olivera

[2] -Jonathan H. Smith

[3] -Trevor M. Harris

[4] -David C. Schneider

شده‌است: ابعاد مکانی، زمانی، کمّی یا تحلیلی که هر پدیده را اندازه گیری و مطالعه کرده است (گیبسون و همکاران[1]، ۲۰۰۰). برخی مفاهیم نیز در ارتباط با مقیاس بایستی تعریف و تبیین شوند از جمله: سطح (Level)، گسُتره (Extend)، قدرت‌تفکیک (Resolution) و سلسله مراتب (Hierarchy). سطوح به محل ها در طول یک مقیاس مربوط هستند ، گسُتره بزرگی یک بعد استفاده شده در اندازه گیری یک پدیده را تعریف می کند، قدرت‌تفکیک دقّت اندازه‌گیری را مطرح می کند و مفهوم سلسله مراتب یک سیستم ارتباط علی یا ادراکی برای گروه‌بندی پدیده‌ها در طول یک مقیاس تحلیلی می باشد. در واقع تئوری سلسله مراتب چارچوبی است که تلاش می‌کند با مشکلات مقیاس بندی مستقیماً روبرو شود که این نظر بر پایه ی مقیاس طبیعی است . متأسفانه شناسایی مقیاس اغلب بخشی است که از آن چشم پوشی می‌شود. برای هر موضوعی با توجّه به هدف و ماهیت موضوع باید بررسی دقیقی در مورد مقیاس مورد مطالعه انجام داد.

گیبسون برای توصیف عملکردهای اشیا ء محیطی، واژه "فراهم سازی"[2] را به کار برد . این امر شامل اطلاعات مربوط به اندازه و شکل معین اشیاء در یک مجموعه ی محیطی می‌شود. برای مثال، سطح افقی محلی است که انسان می تواند روی آن بنشیند، ولی سطح عمودی چنین حالتی را ممکن نمی سازد. موش‌خرما می تواند روی تنه‌ی عمودی درخت استراحت کند، لذا سطح عمودی برای موش خرما محلی برای استراحت‌است. معنای ضمنی آن، این است که مردم اشیاء محیطی را نسبت به خودشان می سنجند، نه نسبت به شیء میزان شده. برای مثال شخصی که می‌خواهد بداند آیا می تواند از یک ردیف پله با گام های متناوب بالا برود، نه تنها ارتفاع هر پله را در نظر می‌گیرد، بلکه آن را با اندازه ی گام و بدن خود می سنجد. بدیهی است که ارتفاع پله ای که بالا رفتن از آن برای بزرگسالان راحت است، برای کودکان نوپا مناسب نیست ، برای نشان دادن" مقیاس بدنی"[3] از ابعاد درونی استفاده می‌شود نه ابعاد بیرونی. میزان گستردگی تصویر یک اتومبیل که از مقابل می آید روی شبکیه ی چشم راننده "لحظه تصادف" را به دست می دهد. از دیدگاه گیبسون فرد می تواند به طور مستقیم لحظه ی تصادف را درک کند و به انجام محاسبات پیچیده ی سرعت و مسافت برای پیش بینی محل و زمان برخورد و وقوع تصادف نیاز ندارد. پژوهشگران غالباً حرکات دریافتی حیوانات را شاهدی برای حمایت از دیدگاه گیبسون در زمینه ی ادراک مستقیم مطرح می کنند. برای مثال، سگ می تواند بالا بپرد و توپ یا استخوانی را در هوا بگیرد و بعضی از حشرات می‌توانند به شکار خود ضربه بزنند. آنها این کار را زمانی انجام می‌دهند که شکار در فاصله‌ی معینی قرار گیرد. حشرات و حیوانات که ظرفیت ذهنی انسان را ندارند، می توانند آشکارا اشیاء را در فضا درک کنند، لذا باید

[1] -Clark C. Gibson

[2] -Providence

[3] -Body Scale

چیزهایی برای ادراک حرکت و انجام عمل وجود داشته باشد که مستلزم محاسبات پیچیده ی سرعت و مسافت نیست.

در کلیه‌ی علوم از مقیاس مکانی استفاده می‌شود که نشان دهنده‌ی اهمیت مقیاس مکانی می‌باشد. چون کلیه‌ی علوم در جهت جستجو برای تعریف و تشریح الگوها هستند، در همه ی تحقیقات علمی برای شناسایی اشیاء تحقیق از مقیاس مکانی استفاده می‌شود و علاوه بر شناسایی اشیاء تحقیق برای شرح علّت یک الگوی خاص نیز به مقیاس و سطح نیازمند هستیم (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۰). مدل رقومی ارتفاعی مقادیر ارتفاع را در نقاط فضایی به طور مساوی زمین پوشش می دهد. مدل‌های رقومی ارتفاع در شبکه یا شکل رستری ذخیره می شوند که ساختار داده‌های آن از سلول های مربع شکل یا پیکسل [1] در اندازه‌ی مساوی و در ردیف ها و ستون ها چیده شده‌اند. تناسب مدل‌سازی مدل رقومی ارتفاع بنیان برای ریشه یابی بزرگی جریان در بسیاری از منابع مورد توجّه قرار گرفته‌است. متعاقب آن الگوریتم‌های رستر بنیان برای آنالیزهای هیدرولوژیکی توسعه پیدا کرده اند (یالدیز و باروس، ۲۰۰۹) و توابع توصیف جریان و آبخیز ها بر اساس آنها بنا نهاده شده اند. دخالت دادن الگوهای مکانی در قدرت‌تفکیک مدل و ارزیابی نقش تغییر پذیری مکانی بر فرآیند های هیدرولوژیکی باید بیشتر مورد توجّه قرارگیرد.

در کشور ایران عموم اً از نقشه های با مقیاس مکانی(۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰) استفاده می شود و تمامی مسائل موجود در طبیعت را تقریباً با همین دو مقیاس مکانی بررسی می کنند، سپس به تفسیر ، ارائه‌ی نتایج و پیشنهادها می‌پردازند. در بسیاری از مناطق جهان وقوع سیلاب به وسیله ی حوادث طوفانی به یک نگرانی عمده تبدیل شده است (محمد علی و شیر جمال [2]، ۲۰۱۱). تشدید الگو های آب وهوایی در سال های اخیر لزوم استفاده‌ی از مدل‌های قابل‌اعتماد سیلاب را برای پیش بینی وضعیت‌های شدید سیلابی نشان داده است. هنگامی که دما به طور جهانی افزایش می یابد، پتانسیل ها برای تشدید وقایع آب و هوایی افزایش می یابد (محمد علی و شیر جمال، ۲۰۱۱). استان هرمزگان در یک منطقه ی نیمه‌خشک واقع شده است. سیلاب‌های این مناطق دارای ویژگی بارز زمان‌کم و شدّت‌بالا بوده که با توجّه به وضعیت نامناسب حوزه‌های آبخیز استان، این موضوع منجر به وقوع پدیده ی سیلاب شده است. رودخانه‌ی جاماش [3] یکی از رودخانه های مهم استان هرمزگان می باشد که از خصوصیات آن می توان به بازه های پایینی رودخانه بر روی مخروط افکنه، عرض بسیار زیاد، شریانی بودن آن و همچنین طبیعت وحشی آن اشاره نمود . رودخانه‌ی جاماش عمدتاً فصلی بوده و در مواقع بارندگی سیلاب های

[1] -Pixels

[2] - Muhammad Ali and Sher Jamal

[3] - Jamash River

بزرگی در آن جریان می یابد. با توجّه به موارد ذکر شده و در راستای ارائه‌ی یک برنامه‌ی مدیریتی برای مدیریت سیلاب و تعیین سطوح سیلاب گیر و همچنین به منظور مدیریت کاربری اراضی پایین‌دست رودخانه‌ی جاماش، در این تحقیق به بررسی ت أثیر پارامتر مقیاس مکانی (۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰) در واسنجی و اعتبار یابی مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS در حوزه ی آبخیز رودخانه ی جاماش گردیده‌است. در واقع از آنجا که مدل HEC-HMS به عنوان یکی از مدل های پر کاربرد و مؤثری که پیش بینی سیلاب را انجام می دهد، مورد استفاده‌است، تلاش شده‌است با تغییر شرایط استفاده‌ی از این مدل و حساسیت آن به داده های ورودی مقیاس مکانی متفاوت، تبیین بهتری از شرایط سیلابی رودخانه ی جاماش به دست آید. در این زمینه سو ألاتی مطرح است، ازجمله: آیا نتایج حاصله از این دو مقیاس مکانی متفاوت (۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰) در یک مدل هیدرولوژیکی شبیه ساز بارش- رواناب با هم متفاوت هستند؟ نتایج حاصل از کدامیک از این دو مقیاس واقعی تر و منطقی تر می باشند؟ کدامیک از این دو مقیاس می تواند یک مقیاس بهینه باشند؟ آیا ورود داده‌های با مقیاس‌های مکانی متفاوت در یک مدل هیدرولوژیکی شبیه‌ساز بارش - رواناب نتایج متفاوت و معناداری را تولید می کنند یا خیر؟

لازم است در هر بار اجرای یک مدل بدانیم که مقیاس مکانی بهینه چه نوع مقیاسی می باشد؟ آیا ویژگی‌هایی وجود دارند که با تغییر در مقیاس مکانی تغییر نکنند؟ در واقع پیچیدگی‌های بوم‌سامانه‌های طبیعی بسیار زیاد می‌باشد و تنها استفاده کردن از یک مقیاس مکانی نمی‌تواند به حل مشکلات منجر بشود و اینکه ما نمی توانیم فقط با یک مقیاس مکانی همه‌ی جوانب یک مدل هیدرولوژیکی را سازگار بدانیم . از مقیاس برای شناسایی، تشریح، تعمیم و بهینه سازی پدیده ها استفاده می شود. مقیاس برای تعمیم پدیده ها از یک سطح یا مقیاس به دیگری مهمترین جزء می باشد که در این بخش نظریه‌ها و مدل ها نقش مهمی ایفا می کنند. بعد از وقوع یک پدیده دانشمندان تئوری ها و مدل‌ها را جهت تشریح اینکه چرا الگوهای مشاهده شده به وقوع پیوسته اند مطرح می‌کنند. البته بسیار مهم است این نکته را مد نظر داشته باشیم ، ممکن است وقتی از نظریه در یک سطح استفاده کنیم تعداد متغیرها یا متغیرهای کلیدی تغییر یابند (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۰). متأسفانه شناسایی مقیاس اغلب بخشی است که از آن چشم پوشی می شود و هیچ مقیاسی را نمی توان یافت که برای همه ی موضوعات مورد بحث مناسب باشد. این بدان معنی است که برای هر موضوعی با توجّه به هدف و ماهیّت موضوع باید بررسی دقیقی در مورد مقیاس مورد مطالعه انجام داد. برای این که سطحی را به عنوان مبنا در نظر بگیریم لازم است محدودیت های زمانی و مکانی سطوح بالا و پایین کاملاً درک شوند . در واقع سطوح بلافاصله بالا و پایین قیدی برای سطحی که فرآیندها و پدیده‌ها بایستی در آن باقی بمانند ایجاد می کنند (گیبسون و همکاران، ۲۰۰۰). پس فرآیندها و پدیده ها بایستی در سطح مورد نظر باقی بمانند و هنگامی که سطح به این شکل مقید می‌شود، می‌تواند مبنایی برای تعریف یک مرز مشترک هندسی باشد . علاوه بر سطح، شناسایی فرآیندها در سطح مورد مطالعه نیز مهم است . چه فرآیندهایی و در چه اندازه مدنظر هستند . مقیاس‌های انتخابی برای آنالیزها همچنان اختیاری هستند، همچنین آن ها گرایش دارند سلسله مراتب مقیاس‌های مکانی که پایه ی آن‌ها

روی استنباط‌های خودمان از طبیعت‌است را منعکس کنند و چون این مقیاس های خاص درست به‌نظر می‌رسند هیچ تضمینی وجود ندارد که آن ها برای مطالعات ما درست باشند. به نظر می‌رسد که سیستم‌های هیدرولوژیکی در مناطق خشک و نیمه‌خشک از پیچیدگی نسبتاً بالایی برخوردار هستند. حوزه‌ی آبخیز رودخانه‌ی جاماش در یک اقلیم خشک قرار گرفته‌است. در حوزه‌ی مذکور وقوع سیلاب در اثر باران های با مدت کم و شدّت زیاد باعث سیل‌خیز بودن منطقه و وارد کردن خسارات فراوان به محصولات کشاورزی منطقه می شود. با وجود اینکه بارش باران برای این مناطق یک نعمت محسوب می شود اما وقوع سیلاب های فصلی باعث مشکلات فراوانی شده است. از آنجا که مدل HEC-HMS در برآورد سیلاب بسیار مورد استفاده قرار می گیرد، لذا ضروری است که به خروجی و پیش‌بینی‌های این مدل توجّه جدی مبذول شود. در این تحقیق تأثیر پارامتر مقیاس مکانی بر اجزاء مختلف مدل هیدرولوژیکی HEC-HMS بررسی شده‌است.

۱-۳ توپولوژی[1]: توپولوژی یکی از شاخه های نسبتاً جوان علم ریاضیات است که به بررسی فضاهای توپولوژیک می‌پردازد. توپولوژی ویژگی‌هایی از اشکال را مورد توجّه قرار می دهد که در هنگام اعوجاج یافتن، تغییری نمی‌کنند. به‌عبارت‌دیگر، توپولوژی بیانگر ارتباط مکانی عوارض با یکدیگر می باشد. مفهوم بنیادین در توپو لوژی، اندیشه‌ی پیوستگی است. این مفهوم برای نگاشت های میان دو مجموعه که مجهز به مفهومی از نزدیک بودن باشند، تعریف می شوند (یعنی همان فضاهای توپولوژیکی). البته این نزدیک بودن، تحت نگاشت های پیوسته حفظ می‌شود. بدین‌ترتیب، می توان‌گفت توپولوژی نوعی هندسه است که در آن خواص مهم یک شکل، آنهایی در نظر گرفته می‌شوند که تحت حرکت های پیوسته[2] حفظ گردند. در این دیدگاه توپولوژی به صورت هندسه صفحاتی لاستیک‌گونه تعریف می شود. توپولوژی دارای زیر شاخه‌های زیادی می‌باشد. بنیادی‌ترین و قدیمی ترین زیرشاخه، توپولوژی نقطه – مجموعه است که بنیان‌های توپولوژی بر آن نهاده شده‌است. این زیرشاخه به مطالعه در زمینه‌های فشردگی، پیوستگی و هم‌بندی می‌پردازد.

۱-۴ ه دف های اساسی تحقیق: رسیدن به پیش‌بینی مطلوب و قابل اطمینان سیلاب با کمک مدل HEC-HMS و در نظر گرفتن مقیاس داده های ورودی، تعیین اعتبار و حساسیت مدل HEC-HMS به مقیاس داده های ورودی، تعیین چارچوب های مشخص در تناسب مقیاس های داده‌های ورودی و نتایج خروجی در مدل HEC-HMS.

۱-۵ اهمیت و ضرورت انجام تحقیق: اهمیت مدل (Model) و مدل‌سازی (Modelling) به دلیل ساده سازی طبیعت است. مدل یک نگاه بخشی (Partial) دارد. به علّت عدم احاطه بر کل، انتخاب بخش کوچکی از کل و

[1]-Topology

[2]- Homomorphy

شناسایی آن به کمک یک مدل صورت می گیرد. مدل‌ها نتیجه نگاه‌هایی معنایی (Semantic) هستند. این نگاه معنایی در ورود، تجزیه و تحلیل فرآیند ها و خروجی‌های مدل وجود دارد. پیچیدگی بیش از اندازه ی پدیده‌های زیستی بشر را به سمت طراحی مدل ها سوق داده است. از مهمترین ویژگی های مدل ها کمک به بشر در تصمیم‌گیری می‌باشد. در زمینه‌ی مدل‌سازی سوألات بیشمار هستند. اینکه چطور یک مدل ساخته می شود؟ و چطور یک مدل بخشی از واقعیت را تبیین می کند؟ و حد آن تا کجاست؟ و چالش‌ها در مدل ها کجا هستند؟ و نقطه‌ی بحرانی و نقطه ی عطف مدل‌سازی کجاست؟ و بسیاری سو ألات دیگر. در مباحث مربوط به مدل‌سازی (Modelling) دو نوع نگرش وجود دارد :۱- نگرش فروکاست گرا (Reductionism). ۲- نگرش کل گرا (Holistic). که در نوع اول نگاهی بخشی به طبیعت وجود دارد و در دومی نگاهی زیست مندانه به طبیعت وجود دارد.

در نهایت می توان مدل را اینگونه تعریف کرد : مدل بخشی از واقعیت است که برای کمک به حل مشکلات موجود طراحی و در نهایت اجرا می شود. جهان در حال تغییر و تح ول دائمی از اجسام در حال حرکت و جنبش و پدیده های رشد و زوال انباشته شده است. تغییر و تحول در طبیعت ب اعث پدید آمدن یک فضای گسسته شده‌است. اندازه (ابعاد) هندسی پدیده های موجود در گذر زمان دستخوش تغییر می گردد. در طبیعت هر پدیده و یا موجود زنده، مکان (مقیاس مکانی) مخصوص به خود را دارد. تغییر در دنیای مدرن امروزی بیش از هر چیز دیگری تحت تأثیر سرعت (Speed) است. سرعت، بسیاری از پدیده ها را به طرز شگرفی تحت ت أثیر قرار داده‌است. عرصه‌ی اجرا برای تصمیم گیرندگان و مدیران مسئول، عرصه ای بسیار دشوار است . این موضوع بارها توسط افراد مذکور در منابع مختلف بیان شده است. به نظر می رسد که یکی از ریشه های اساسی مشکلات به‌وجودآمده در پروژه های اجرایی، مشکل مقیاس مکانی باشد . مدیران مسئول و تصمیم گیرندگان و همچنین دانشجویان باید قبل از شروع مطالعات تخصصی خود مقیاس بهینه ای را برای مطالعه انتخاب کنند و سپس شروع به کار نمایند . این موضوع (انتخاب مقیاس) در بسیاری از موارد به دست فراموشی سپرده می‌شود و موجب خسارات فراوانی به پروژه‌ها و طرح‌های اجرایی می‌گردد. در همین راستا در این پایان‌نامه به موضوع تغییر مقیاس مکانی در هیدرولوژی پرداخته شده‌است.

۱-۶ کلّیات روند اجرای پایان نامه: ۱- ابتدا داده‌های مورد نیاز از قبیل داده های ایستگاه های هوا شناسی، هیدرومتری، نقشه‌های پایه از قبیل توپوگرافی (۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰)، کاربری‌اراضی، خاکشناسی و سایر نقشه‌ها جمع‌آوری شدند. ۲- ایستگاه‌های باران سنجی موجود در منطقه ی مورد مطالعه انتخاب و نواقص آماری آنها بازسازی شدند. ۳- آزمون همگنی و آزمون داده‌های پرت به منظور افزایش دقّت تجزیه و تحلیل انجام شد. ۴- نقشه‌ی شماره‌ی منحنی حوزه با استفاده از نقشه های کاربری‌اراضی، بافت و وضعیت رطوبتی خاک حوزه تهیه شد. ۵- به منظور شبیه سازی آبنمود سیل در مدل HEC-HMS، آبنمود سیلاب‌های ثبت‌شده در ایستگاه های

هیدرومتری موجود در حو زه جمع‌آوری شد. ۶- آمار بارندگی روزانه ی ایستگاه‌های باران‌سنجی داخل و اطراف حوزه که بارندگی آنها مولد آبنمودهای سیل‌های انتخابی بوده، جمع‌آوری‌شد. ۷- از روش عکس مربع فاصله ها توزیع مکانی و زمانی بارش مولد سیل تعیین شد. ۸- برای شبیه‌سازی آبنمود کل حوزه در مدل HEC-HMS با انجام عملیات میدانی، مقاطع عرضی و طولی رودخانه و ضریب‌زبری آن مشخص و آبنمود سیل در بازه های مختلف رودخانه روندیابی گردید. ۹- مراحل مختلف ورود داده ها به مدل HEC-HMS انجام و در نهایت مدل اجرا گردید. ۱۰- واسنجی مدل برای چگونگی خوب بودن مدل برازش داده شده با سیستم هیدرولوژیک واقعی انجام و مقادیر بهینه پارامترها به دست آمد. ۱۱- متوسط مقادیر واسنجی‌شده ضرایب را به دست آورده و آبنمود سیلاب توسط مدل HEC-HMS با ضرایب واسنجی‌شده شبیه سازی شد. ۱۲- در پایان منحنی های تغییرات نتایج مدل HEC-HMS نسبت به تغییر پارامتر مقیاس (۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰) بررسی و تفسیر گردید. در این تحقیق جهت استفاده از داده‌های بارندگی از آزمون همگنی داده ها، همبستگی و رگرسیون برای بازسازی نواقص آماری استفاده‌شده است و همچنین از نقشه‌های با مقیاس مکانی (۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰) نیز جهت تهیه‌ی نقشه رقومی ارتفاع استفاده شده‌است و سپس به مد ل HEC-HMS وارد شده‌است. همچنین به منظور تعیین توزیع مکانی و زمانی بارش مولد سیل از روش عکس مربع فاصله استفاده شده‌است. در این پژوهش با استفاده‌ی از نتایج حاصل از ۸۰ بار اجرای مدل با دو مقیاس مکانی متفاوت (۲۵,۰۰۰ و ۵۰,۰۰۰)، خروجی‌های مدل مقایسه و آزمون فرضیه انجام شده‌است و در نهایت با استفاده ی از خروجی‌های مدل یک مقیاس بهینه برای حوزه‌ی آبخیز رودخانه‌ی جاماش مورد بررسی قرار گرفته‌است.