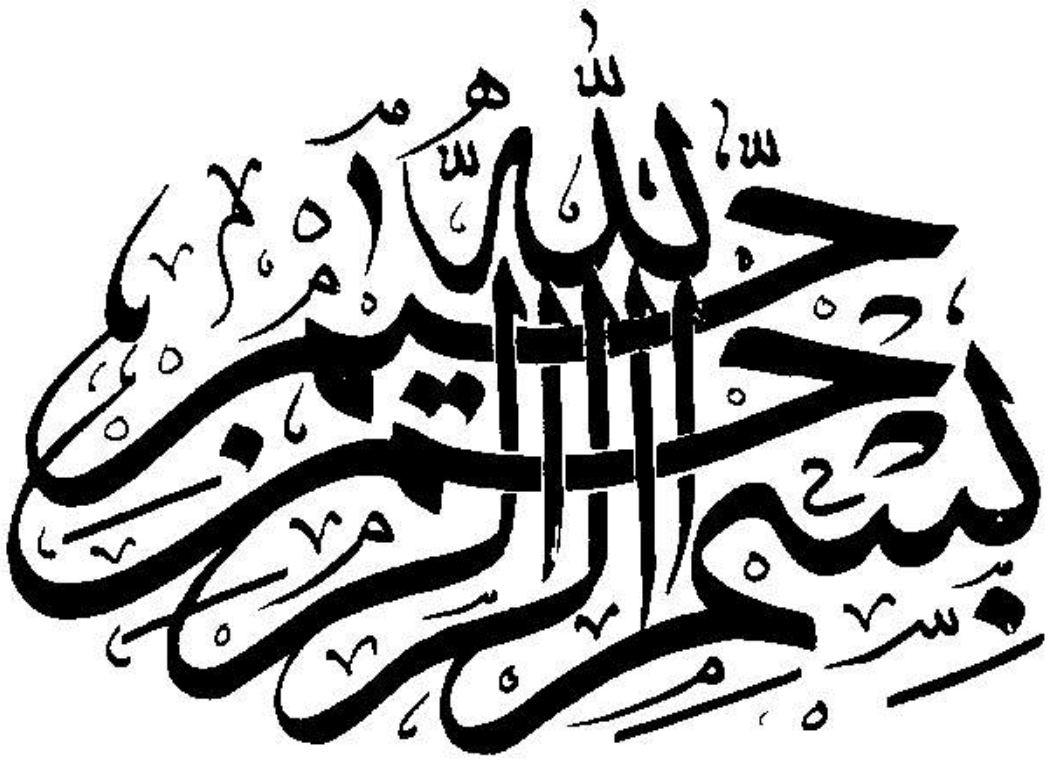

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه سمنان

دانشکده کویرشناسی

گروه مناطق خشک وبیابانی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

رشته مهندسی منابع طبیعی گرایش بیابان زدائی

کاربرد سامانه پشتیبانی تصمیم گیری در مکان یابی پخش سیلاب (مطالعه موردی: حوزه آبخیز ایور استان خراسان شمالی)

نگارنده

حمیدعلی پور

اساتیدراهنما

دکترآرش ملکیان

دکترمیرمسعودخیرخواه زرکش

اساتیدمشاور

مهندس سعیدقره چلو

مهندس اسماعیل ایزانلو

تابستان ۱۳۹۰

چکیده

کشور ایران یکی از مناطق خشک جهان محسوب می‌گردد که آب، عامل محدود کننده فعالیت‌های بشر در این مناطق به‌شمار می‌آید. استفاده از سیلاب در مناطق خشک و نیمه‌خشک از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. از طرفی به تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در این مناطق توجه خاصی شده است و پخش سیلاب یکی از روش‌های مهار و بهره‌برداری از سیلاب می‌باشد. تعیین مکان مناسب برای پخش سیلاب و نفوذ دادن آن به داخل سفره‌های زیرزمینی خود یکی از مهم‌ترین مراحل انجام این گونه پروژه‌هاست. عواملی که در مکان‌یابی پخش‌سیلاب موثرند بسیار متفاوت و پیچیده می‌باشند. این فاکتورها شامل عوامل زمینی (زمین‌شناسی، ژئومرفولوژی و خاک)، هیدرولوژی (رواناب، رسوب دهی، نفوذ و شرایط آبخوان) و جنبه‌های اجتماعی- اقتصادی (کشاورزی آبی، خسارات سیل و ...) می باشند. بنابراین تصمیم‌گیری در مورد انتخاب محل مناسب به معیارهایی که انتخاب می‌شود، بستگی دارد. این تحقیق با هدف تعریف یک سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری در منطقه ایور استان خراسان شمالی به منظور شناسایی مناطق مناسب جهت طرح پخش سیلاب انجام شد. چهار معیار اصلی که در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفت شامل خصوصیات سیلاب، شرایط نفوذپذیری، کاربردهای آب در منطقه و خسارات سیلاب می‌باشند. به‌منظور تعیین اهمیت عوامل موثر در امر مکان‌یابی از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی استفاده شد که در نهایت عوامل بافت خاک و حجم سیلاب از معیارهای اصلی نفوذ و سیلاب به‌عنوان مهم‌ترین عوامل در مکان‌یابی پخش‌سیلاب شناخته شدند. پس از تهیه نقشه های نهایی که در ۵ سناریو تعریف شده بودند، طبق نتایج به‌دست آمده این نقشه‌ها تطابق قابل قبولی با عرصه‌های کنترلی داشتند.

واژگان کلیدی: پخش سیلاب، سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، سامانه اطلاعات جغرافیایی، حوزه آبخیز ایور.

فهرست مطالب	صفحه

فصل اول: مقدمه و کلیات

۱-۱ مقدمه ۲
۱-۱-۱ ضرورت تحقیق ۳
۱-۱-۲ هدف تحقیق ۵
۱-۱-۳ سوالات تحقیق ۵
۱-۱-۴ فرضیه‌ها ۵
۱-۲ کلیات و مفاهیم ۶
۱-۲-۱ روش‌های بهره‌برداری از سیلاب از طریق تغذیه مستقیم سطحی ۶
۱-۲-۱-۱ پخش سیلاب ۶
۱-۲-۱-۲ روش تغذیه از طریق حوضچه‌ها ۷
۱-۲-۱-۳ روش نهر و شیار ۸
۱-۲-۱-۴ روش اصلاح کانال رودخانه ۸
۱-۲-۱-۵ روش آبیاری بیش از حد ۹
۱-۲-۲ تصمیم‌گیری ۹
۱-۲-۳ چارچوب برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری ۱۰
۱-۲-۴ سیستم‌های پشتیبان تصمیم‌گیری ۱۱
۱-۲-۵ تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (*MCDA*) ۱۲
۱-۲-۵-۱ عناصر تصمیم‌گیری چند معیاره ۱۳
۱-۲-۵-۲ طبقه‌بندی تصمیم‌گیری‌های چند معیاره ۱۴
۱-۲-۵-۳ رویکردهای تصمیم‌گیری ۱۵
۱-۲-۵-۴ تحلیل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی ۱۶
۱-۲-۵-۵ چارچوب تصمیم‌گیری چند معیاره مکانی ۱۷
۱-۲-۵-۶ روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره ۱۸
۱-۲-۶ فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۱۸
۱-۲-۶-۱ اصول فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۱۹
۱-۲-۶-۲ تصمیم‌گیری گروهی با فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۲۰
۱-۲-۷ استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی در مکان‌یابی ۲۰
۱-۲-۷-۱ ایجاد ساختار سلسله مراتبی ۲۰
۱-۲-۷-۲ محاسبه بردارهای اولویت گزینه‌ها ۲۱
۱-۲-۷-۳ بررسی میزان سازگاری قضاوت‌ها ۲۳

فهرست مطالب	صفحه
۱-۲-۷-۴ ماتریس‌های سازگار و ناسازگار	۲۴
۱-۲-۷-۵ الگوریتم محاسبه نرخ سازگاری	۲۴
فصل دوم: سابقه تحقیق	
۲-۱ مقدمه	۲۸
۲-۲ مطالعات صورت گرفته در خارج از کشور	۲۸
۲-۳ مطالعات صورت گرفته در داخل کشور	۳۰
۲-۴ جمع‌بندی	۳۴
فصل سوم: مواد و روش‌ها	
۳-۱ منطقه مورد مطالعه	۳۶
۳-۲ روش تحقیق	۳۷
۳-۲-۱ مکان‌یابی مناطق مناسب جهت طرح پخش سیلاب	۳۷
۳-۲-۲ تهیه نقشه‌های پایه و شاخص‌های مورد نظر در مکان‌یابی پخش سیلاب	۴۰
۳-۲-۲-۱ تهیه نقشه طبقات ارتفاعی	۴۰
۳-۲-۲-۲ تهیه نقشه جهت و درصد شیب	۴۲
۳-۲-۲-۳ تهیه نقشه زمین‌شناسی	۴۲
۳-۲-۲-۴ تهیه نقشه کیفیت سیلاب	۵۴
۳-۲-۲-۵ تهیه نقشه عوارض سطحی زمین	۵۴
۳-۲-۲-۶ تهیه نقشه آبراهه‌ها و قنات‌های موجود در منطقه	۵۵
۳-۲-۲-۷ تهیه نقشه ضریب ذخیره آبخوان	۵۵
۳-۲-۲-۸ تهیه نقشه نوع رسوب	۵۷
۳-۲-۲-۹ تهیه نقشه حجم رسوب	۶۱
۳-۲-۲-۱۰ تهیه نقشه نفوذ سطحی خاک	۶۱
۳-۲-۲-۱۱ تهیه نقشه پوشش گیاهی	۶۴
۳-۲-۳ ارزیابی نظرات کارشناسی در روش *AHP*	۶۵
۳-۲-۴ اجرای مدل در سناریوهای مختلف	۶۶
فصل چهارم: نتایج	
۴-۱ تعیین ارزش معیارها، زیرمعیارها و شاخص‌های موثر در تعیین مناطق مستعد جهت پخش سیلاب	۶۸
۴-۱-۱ معیار اصلی سیلاب	۶۸

فهرست مطالب	صفحه
۴-۱-۱-۱ زیرمعیار آب	۶۹
۴-۱-۱-۲ زیرمعیار رسوب	۷۲
۴-۱-۱-۳ معیار اصلی سیلاب: نقشه‌های شایستگی	۷۸
۴-۱-۲ معیار اصلی نفوذ	۷۸
۴-۱-۲-۱ زیرمعیار توپوگرافی	۷۸
۴-۱-۲-۲ زیرمعیار آبخوان	۸۶
۴-۱-۲-۳ زیرمعیار خاک	۸۹
۴-۱-۲-۴ معیار اصلی نفوذ: نقشه‌های شایستگی	۹۲
۴-۱-۳ معیار اصلی کاربرد آب	۹۴
۴-۱-۳-۱ زیرمعیار نیاز آبی	۹۴
۴-۱-۳-۲ زیرمعیار مقبولیت اجتماعی	۹۵
۴-۱-۳-۳ زیرمعیار سازگاری محیطی	۹۸
۴-۱-۳-۴ معیار اصلی کاربرد آب: نقشه‌های شایستگی	۹۹
۴-۱-۴ معیار اصلی خسارت سیل	۱۰۱
۴-۱-۴-۱ معیار اصلی خسارت سیل: ارزش‌های شایستگی	۱۰۱
۴-۲ تعیین و تحلیل سناریوها و ارزیابی مدل	۱۰۲
۴-۲-۱ سناریوی (۱): ارجحیت معیار اصلی نفوذ	۱۰۲
۴-۲-۲ سناریوی (۲): ارجحیت معیار اصلی کاربرد آب	۱۰۳
۴-۲-۳ سناریوی (۳): ارجحیت معیار اصلی سیلاب	۱۰۳
۴-۲-۴ سناریوی (۴): ارجحیت معیار اصلی خسارت سیلاب	۱۰۳
۴-۲-۵ سناریوی (۵): عدم ترجیح معیارهای اصلی نسبت به یکدیگر	۱۰۳
فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری	
۵-۱ بحث و نتیجه گیری	۱۰۸
۵-۲ آزمون فرضیات	۱۱۱
۵-۳ پیشنهادها	۱۱۲
منابع	۱۱۴
پیوست	

فهرست جداول	صفحه
جدول ۱-۱) تعیین ارزش معیارها نسبت به یکدیگر توسط نظرات کارشناسی	۱۹
جدول ۱-۲) شاخص ناسازگاری ماتریس‌های تصادفی	۲۵
جدول ۳-۱) راهنما و ترتیب سنی سازندهای موجود در حوزه آبخیز ایور	۴۶
جدول ۳-۲) رده بندی میزان حساسیت به فرسایش واحدهای سنگی حوزه ایور	۵۷
جدول ۴-۱) شاخص اصلی حجم سیلاب: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۶۹
جدول ۴-۲) شاخص اصلی تعداد رخداد سیلاب: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۰
جدول ۴-۳) شاخص اصلی کیفیت سیلاب: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۰
جدول ۴-۴) زیرمعیار آب: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۲
جدول ۴-۵) شاخص اصلی حجم رسوب: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۴
جدول ۴-۶) زیرشاخص فرسایش‌پذیری خاک: کلاس‌ها و اهمیت نسبی‌آن‌ها	۷۵
جدول ۴-۷) زیرشاخص بافت خاک: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۵
جدول ۴-۸) شاخص اصلی نوع رسوب: زیرشاخص‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۵
جدول ۴-۹) زیرمعیار رسوب: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۵
جدول ۴-۱۰) معیار اصلی سیلاب: زیرمعیارها و اهمیت نسبی آن‌ها	۷۸
جدول ۴-۱۱) شاخص اصلی نوع رود و پایداری آن: کلاس‌ها و اهمیت‌نسبی آن‌ها	۸۰
جدول۴-۱۲) زیرشاخص نوع کاربری: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۰
جدول ۴-۱۳) زیرشاخص زیرساخت‌ها: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۱
جدول ۴-۱۴) زیرشاخص همواری سطح منطقه: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۱
جدول ۴-۱۵) زیرشاخص فاصله از رودخانه اصلی: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۱
جدول ۴-۱۶) زیرشاخص دسترسی به جاده: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۱
جدول ۴-۱۷) شاخص اصلی عوارض سطحی زمین: زیرشاخص‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۲
جدول ۴-۱۸) شاخص اصلی شیب: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۲
جدول ۴-۱۹) زیرمعیار توپوگرافی: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۴
جدول ۴-۲۰) شاخص اصلی حضور قنات: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۶
جدول ۴-۲۱) شاخص اصلی ضریب ذخیره: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۷
جدول ۴-۲۲) زیرمعیار آبخوان: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۷
جدول ۴-۲۳) شاخص اصلی نفوذ خاک: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۸۹
جدول ۴-۲۴) شاخص اصلی بافت خاک: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها	۹۰
جدول ۴-۲۵) زیرمعیار خاک: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها	۹۰
جدول ۴-۲۶) معیار اصلی نفوذ: زیرمعیارها و اهمیت نسبی آن‌ها	۹۲

فهرست جداول صفحه

جدول ۴-۲۷) شاخص‌های اصلی نیاز آبی، نیاز کشاورزی و آب شرب: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آنها ۹۴
جدول ۴-۲۸) زیرمعیار نیازهای آبی: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۵
جدول ۴-۲۹) شاخص اصلی حقابه: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۶
جدول ۴-۳۰) شاخص اصلی نرخ رشد جمعیت: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۶
جدول ۴-۳۱) شاخص اصلی میزان بیکاری: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۷
جدول ۴-۳۲) زیرمعیار مقبولیت اجتماعی: شاخص‌های اصلی و اهمیت نسبی‌آن‌ها ۹۸
جدول ۴-۳۳) شاخص اصلی خسارات فون و فلور: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۸
جدول ۴-۳۴) زیرمعیار سازگاری محیطی: شاخص اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۹
جدول ۴-۳۵) معیار اصلی کاربرد آب: زیرمعیارها و اهمیت نسبی آن‌ها ۹۹
جدول ۴-۳۶) شاخص اصلی خسارات جانی: کلاس‌ها و اهمیت نسبی آن‌ها ۱۰۱
جدول ۴-۳۷) شاخص اصلی خسارات کشاورزی و خسارات وارده به‌مراکز صنعتی و تاسیسات:کلاس‌ها و اهمیت نسبی ۱۰۱
جدول ۴-۳۸) معیار اصلی خسارت سیل: شاخص اصلی و اهمیت نسبی آن‌ها ۱۰۲
جدول ۴-۳۹) ارزش شایستگی ۲ زیرحوزه از لحاظ خسارات سیل ۱۰۲
جدول ۴-۴۰) اهمیت نسبی معیارهای اصلی در تمامی سناریوها ۱۰۲
جدول ۴-۴۱) میانگین مطلوبیت هر زیرحوزه در سناریوهای متفاوت ۱۰۴

فهرست اشکال **صفحه**

شکل ۱-۱) نمونه‌ای از سیستم پخش سیلاب ۷
شکل ۱-۲) نمونه‌ای از سری حوضچه‌ها ۸
شکل ۱-۳) چارچوب تصمیم‌گیری چندمعیاره مکانی ۱۷
شکل ۱-۴) نمایش گرافیکی درخت تصمیم‌گیری در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی ۲۱
شکل ۱-۵) کلاس‌ها بر اساس معیار حجم سیلاب ۲۲
شکل ۱-۶) ماتریس مربوط به زیرمعیار خصوصیات سیلاب ۲۳
شکل ۳-۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی نقشه ایران ۳۷
شکل ۳-۲) معیارهای اصلی در انتخاب محل مناسب جهت طرح پخش سیلاب ۳۷
شکل ۳-۳) معیار اصلی سیلاب و زیر معیارها و شاخص‌های اصلی آن ۳۹
شکل ۳-۴) زیرمعیارها و شاخص‌های اصلی مورد بررسی برای معیار اصلی نفوذ ۳۹
شکل ۳-۵) چارچوب تصمیم‌گیری برای معیار اصلی کاربرد آب: زیرمعیارها و شاخص‌های اصلی ۳۹
شکل ۳-۶) چارچوب تصمیم‌گیری برای معیار اصلی خسارت سیلاب و شاخص‌های اصلی آن ۴۰
شکل ۳-۷) نقشه طبقات ارتفاعی حاصل از کلاسه‌بندی نقشه *DEM* ۴۱
شکل ۳-۸) نقشه جهت‌های جغرافیایی حوزه آبخیز ایور ۴۳
شکل ۳-۹) نقشه درصد شیب حوزه آبخیزایور ۴۴
شکل ۳-۱۰) نقشه زمین‌شناسی و نوع سازندهای موجود در حوزه آبخیز ایور ۴۵
شکل۳-۱۱) رخنمون واحد سنگیJl در شمال حوزه آبخیز ایور ۴۸
شکل۳-۱۲) رخنمون واحد سنگیJl در شمال شرق حوزه آبخیز ایور ۴۹
شکل۳-۱۳) رخنمون واحد چینه شناسیNgm در جنوب حوزه آبخیز ایور ۵۰
شکل۳-۱۴) رخنمون واحد چینه شناسیQt۱ در شمال حوزه آبخیز ایور ۵۱
شکل۳-۱۵) رخنمون واحد چینه شناسی(Qf۲وQf۱) در بخش مرکزی حوزه آبخیز ایور ۵۲
شکل۳-۱۶) رخنمون واحد چینه شناسی(Qf۲وQf۱) در جنوب غربی حوزه آبخیز ایور ۵۳
شکل۳-۱۷) رخنمون واحد چینه شناسیQalدر شمال حوزه آبخیز ایور ۵۴
شکل۳-۱۸) نقشه آبراهه‌ها وقنات های موجود در حوزه آبخیز ایور ۵۶
شکل ۳-۱۹) نقشه حساسیت به فرسایش حوزه آبخیز ایور ۵۹
شکل ۳-۲۰) نقشه نوع بافت خاک در حوزه آبخیز ایور ۶۰
شکل ۳-۲۱) نقشه میزان رسوب‌دهی حوزه آبخیز ایوربر اساس روش *MPSIAC* ۶۲
شکل ۳-۲۲) نقشه نفوذ سطحی خاک در حوزه آبخیز ایور ۶۳

شکل ۳-۲۳) نقشه پوشش گیاهی حوزه آبخیز ایور ۶۴

فهرست اشکال صفحه

شکل ۳-۲۴) تعیین نرخ ناسازگاری با استفاده از نرم افزار *Expert Choice* ۶۵
شکل ۳-۲۵) ورود داده‌های مکانی و غیر مکانی به نرم‌افزار *ILWIS* و طراحی درخت تصمیم گیری ۶۶
شکل ۴-۱) نقشه کیفیت سیلاب حاصل از نقشه زمین شناسی در حوزه آبخیز ایور ۷۱
شکل ۴-۲) نقشه‌های شایستگی برای زیرمعیار آب در ۲ زیرحوزه مورد مطالعه ۷۳
شکل ۴-۳) نقشه نوع رسوب حاصل از ترکیب وزنی زیرشاخص‌های نوع بافت و فرسایش‌پذیری ۷۶
شکل ۴-۴) نقشه‌های شایستگی برای زیرمعیار رسوب در ۲ زیرحوزه منطقه ایور ۷۷
شکل ۴-۵) نقشه‌های شایستگی برای معیار اصلی سیلاب در ۲ زیرحوزه منطقه ایور ۷۹
شکل ۴-۶) نقشه شیب حوزه آبخیز ایور حاصل از وزن‌دهی کارشناسی ۸۳
شکل ۴-۷) نقشه شایستگی زیرمعیار توپوگرافی منطقه مورد مطالعه ۸۵
شکل ۴-۸) نقشه‌های شایستگی برای زیرمعیار آبخوان در ۲ زیرحوزه منطقه ایور ۸۸
شکل ۴-۹) نقشه‌های شایستگی برای زیرمعیار خاک در ۲ زیرحوزه منطقه ایور ۹۱
شکل ۴-۱۰) نقشه‌های شایستگی برای معیار اصلی نفوذ برای ۲ زیرحوزه منطقه ایور ۹۳
شکل ۴-۱۱) نقشه‌های شایستگی برای معیار اصلی کاربرد آب در ۲ زیرحوزه مورد مطالعه ۱۰۰
شکل ۴-۱۲) نقشه‌های شایستگی حاصل از ارجحیت معیار اصلی نفوذ ۱۰۴
شکل ۴-۱۳) نقشه‌های شایستگی حاصل از ارجحیت معیار اصلی کاربرد آب ۱۰۵
شکل ۴-۱۴) نقشه‌های شایستگی حاصل از ارجحیت معیار اصلی سیلاب ۱۰۵
شکل ۴-۱۵) نقشه‌های شایستگی حاصل از ارجحیت معیار اصلی خسارت سیلاب ۱۰۶
شکل ۴-۱۶) نقشه‌های شایستگی حاصل از عدم ارجحیت هیچیک از معیارهای اصلی ۱۰۶

۱-۱ مقدمه

پخش‌سیلاب بر روی زمین‌های مجاور رودخانه‌ها پیشینه‌ای بس کهن داشته و آبیاری سیلابی به احتمال قریب به یقین پیشرو سایر روش‌های آبیاری بوده است. باستان شناسان آغاز مهار طغیان‌های نیل و انتقال قسمتی از سیلاب به کشتزارهای باختری آن رود را به عهد منس[1] (۳۴۰۰ سال قبل از میلاد) نسبت می دهند. فکر استفاده از نهر تراز و پشته خاکی برای گسترش سیلاب و نگهداری موقت یا دائم آن در اراضی کشاورزی و مرتع، در دهه گذشته در استرالیا مرسوم بوده و شبکه‌های جدید پخش آب در ایران نیز برداشتی از آن است. فلسفه بهره‌وری هرچه بیشتر از سیلاب، همگام با کاستن زیان سیلاب به‌کمترین اندازه، از عوامل مهم تعیین محل پخش آب به‌شمار می‌روند. بدین ترتیب گاهی شرایط زمانی و مکانی، استفاده از سیلاب را در مناطقی که از بهترین موقعیت‌ها برخوردار نیستند، ضروری می‌نمایند. سکونت انسان‌ها در مناطقی که ممکن است از آب یا خاکی مرغوب برخوردار نباشند، استفاده از منابع موجود را ناگزیر می‌نماید. با عنایت به چندمنظوره بودن برنامه های مهار سیلاب، گزینش محل مناسب گسترش سیلاب با توجه به اولویت‌ها، به گونه‌ای صورت می‌گیرد که طرح‌ها بیشترین بازده و کمترین زیان را دارا باشند. بدین ترتیب، موفقیت برنامه ها در گرو روشن بینی طراحان و دقت مجریان در پیاده کردن طرح‌های آن‌ها قرار دارد. هرچند در انتخاب محل گسترش سیلاب هیچ اقدامی جایگزین بازدیدهای دقیق محلی، جمع‌آوری آمار و اطلاعات قابل اطمینان و مشورت با افراد مجرب نمی‌گردد، مع‌هذا استفاده از عکس‌های هوایی و نقشه‌های عوارض سطحی، زمین‌شناسی، هم‌تبخیر و همباران، جوامع گیاهی، راه‌ها و تاسیسات احداث شده یا پیشنهادی و آمایش سرزمین در صورت وجود، کمک موثری به تهیه و اجرای طرح مربوطه خواهد کرد (۱۹).

با توجه به شرایط اقلیمی، بخش مهمی از کشور جزء مناطق خشک و نیمه خشک به‌شمار می رود. آمار موجود نشان‌گر این است که متوسط بارندگی در ایران حدود ۲۵۰ میلی‌متر و توزیع بارندگی به لحاظ زمانی و مکانی

1- Menes

نامناسب می‌باشد، به‌طوری که بیش از ۵۰ درصد نزولات جوی در زمستان و کمتر از ۱۸ درصد در تابستان رخ می‌دهد. به این ترتیب در بسیاری از نقاط کشور از اواسط بهار، آب های جاری رودخانه‌ها به سرعت کاهش یافته و به‌دلیل فقدان منابع آب سطحی به ناچار باید از منابع آب زیرزمینی بهره‌برداری شود. بر اساس بررسی‌های به عمل آمده توسط کارشناسان فائو[۲]، میزان سرانه منابع آب ایران در سال ۱۹۹۰ میلادی معادل ۲۲۰۰ مترمکعب در سال بوده که پیش‌بینی شده است در سال ۲۰۲۵ میلادی به رقمی بین ۷۲۶ تا ۸۶۰ مترمکعب در سال کاهش می‌یابد. بر این اساس، ایران کشوری است که با کمبود شدید آب روبرو می‌باشد (۴).

تغذیه مصنوعی منابع آب زیرزمینی یکی از راه‌کارهای اساسی ذخیره‌سازی آب با توجه به خصوصیات بارندگی و رواناب‌های سطحی در کشور می‌باشد. از سوی دیگر هر ساله سیلاب‌ها، سبب بروز خسارات جانی و مالی زیادی می‌شوند. از این رو می‌توان ادعا نمود که در صورت مهار سیلاب‌ها و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی، علاوه بر جلوگیری از خسارات ناشی از جریان سیلاب‌ها می‌توان اقدام به استفاده مناسب و به‌موقع از سیلاب‌ها نمود (۱۰). در حال حاضر پخش سیلاب بر آبخوان‌ها یکی از روش‌های مناسب برای مهار و استفاده بهینه از سیلاب و تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی در مناطق خشک و نیمه خشک به‌شمار می‌رود و تعیین مکان‌های مناسب با دقت و سرعت مورد نیاز جهت پخش سیلاب از اهمیت بسیاری برخوردار است (۱۸).

۱-۱-۱ ضرورت تحقیق

جامعه امروزی با مسأله پیشرفت، تمدن، رقابت و انفجار جمعیت روبرو است و در مورد تهیه غذا، مسکن و حفظ آبخوان‌ها برای توسعه پایدار شهرنشینی، صنعت و کشاورزی، شرایط تازه‌ای را طلب می‌کند. متاسفانه در کشور ما بهره‌برداری از منابع آب زیرزمینی به‌دلیل اطمینان و صرفه اقتصادی آن توسعه یافته، این در حالی است که در اقصی نقاط کشور به امر تغذیه مصنوعی آبخوان‌ها اهمیت داده نشده و فقط رسیدن به سود کوتاه مدت، بدون سرمایه‌گذاری در جهت توسعه و پایداری منابع آب زیرزمینی مدنظر است (۱۲).

2 - FAO

امروزه یافتن مکان یا مکان‌های مناسب برای ایجاد یک فعالیت در حوزه جغرافیایی معین، جزء مراحل مهم پروژه‌های اجرایی به‌ویژه در سطح کلان و ملی به‌شمار می‌رود. مکان‌های نهایی باید در حد امکان همه شرایط و قیود مورد نیاز را دارا باشد و عدم بررسی این شرایط و قیود قبل از اجرای چنین پروژه‌هایی نتایج نامطلوبی به دنبال خواهد داشت. برای نمونه در رأس این مشکلات باید به عدم صرفه اقتصادی و عدم کارایی پروژه‌ها اشاره نمود. با اجرای یک مکان‌یابی موفق، کلیه عوامل موثر در ایجاد فعالیت‌ها در سطح منطقه مطالعاتی بررسی می شود و مکان‌های مناسب در قالب خروجی فرآیند مکان‌یابی در اختیار مدیران و تصمیم گیرندگان نهایی قرار می‌گیرد. این افراد نیز بر اساس سیاست‌های موجود، اولویت‌ها و گزینه‌های مناسب را انتخاب می‌کنند. اگر در فرآیند مکان‌یابی صرفه اقتصادی هم مورد توجه قرار گیرد، اجرای پروژه در مکان های انتخابی علاوه بر حصول کارایی مورد انتظار از تضییع سرمایه‌گذاری در مکان‌های نامناسب نیز جلوگیری می‌کند و باعث دستیابی به سود اقتصادی می‌شود. نتایج دیگری که در کنار سودآوری باید به آن‌ها اشاره شود، اجتناب از گزینش مکان‌های حادثه‌خیز و جلوگیری از آلودگی و تخریب محیط زیست است. از آنجایی که مکان‌یابی دارای ماهیت مکانی است، سامانه‌های اطلاعات مکانی به عنوان ابزار توانمند مدیریت و تحلیل داده‌های مکانی، محیط مناسبی برای نیل به اهداف فوق محسوب می‌شوند. از طرفی امروزه روش‌های تصمیم‌گیری متنوعی وجود دارند که در تشخیص صحیح و فراگیر کمک فراوانی به طراحان و تصمیم گیرندگان می‌نماید. اگر این روش‌ها در تحلیل‌های مکانی GIS به‌کار گرفته شوند، می‌توان به‌طور جامع‌تر و فراگیرتر از دانش افراد خبره در تحلیل‌ها استفاده نمود. استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری و دانش کارشناسی به افزایش توانایی GIS در کمک به اتخاذ تصمیمات مکانی خواهد انجامید (۲۰).

قرارگیری منطقه ایور در استان خراسان شمالی که یکی از نواحی خشک کشور محسوب می گردد، اهمیت آب را در این مکان به‌وضوح آشکار می‌سازد. لذا با در نظر گرفتن شرایط اقلیمی این حوزه آبخیز، تغذیه مصنوعی آبخوان در این منطقه بسیار مهم می‌باشد. این تحقیق با در نظر گرفتن این شرایط درصدد است تا با شناسایی

مناطق مناسب جهت طرح‌های پخش‌سیلاب بتواند از هدررفت این مایه حیاتی در این منطقه و خسارات وارده توسط سیلاب‌ها جلوگیری به‌عمل آورد.

۱-۱-۲ هدف تحقیق

هدف اصلی این تحقیق تهیه، استفاده و ارزیابی سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری بر مبنای تکنیک‌های GIS و RS به‌منظور شناسایی و اولویت‌بندی نواحی مناسب پخش سیلاب، در منطقه مورد مطالعه می‌باشد.

۱-۱-۳ سوالات تحقیق

۱. مهم‌ترین عوامل موثر در تهیه DSS و تعیین مناطق مناسب برای پخش سیلاب در منطقه مورد مطالعه کدامند؟

۲. دقت شیوه به‌کارگیری هم‌زمان سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری و تکنیک‌های GIS و RS در مکان یابی پخش سیلاب چگونه است؟

۱-۱-۴ فرضیه‌ها

این تحقیق درصدد بررسی فرضیه‌های زیر در منطقه مورد مطالعه است:

۱. شاخص‌های حجم سیلاب و بافت خاک به‌ترتیب از معیارهای اصلی خصوصیات سیلاب و نفوذ پذیری، مهم ترین عوامل موثر در مکان‌یابی پخش سیلاب محسوب می‌گردند.

۲. مکان‌یابی پخش سیلاب با استفاده از سامانه پشتیبان تصمیم‌گیری، GIS و RS با مکان‌های شناسایی شده و اجرا شده در منطقه هماهنگی دارد.

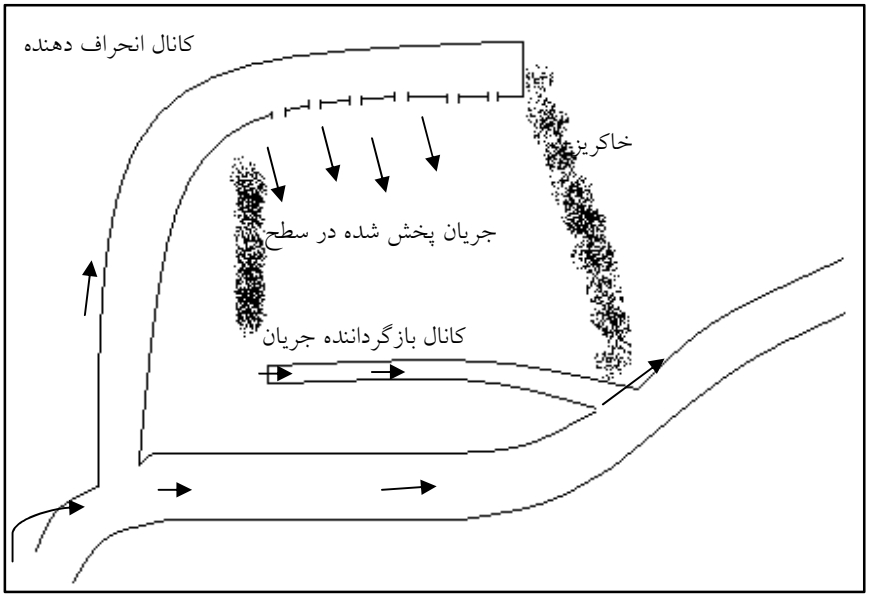
۱-۲ کلیات و مفاهیم

۱-۲-۱ روش‌های بهره‌برداری از سیلاب از طریق تغذیه مستقیم سطحی

در روش‌های تغذیه مستقیم سطحی، آب از طریق نفوذ و تراوش از میان خاک وارد آبخوان می‌شود. این روش‌ها ساده‌ترین و قدیمی‌ترین روش‌هایی هستند که به‌طور فراوان برای تغذیه مصنوعی آب‌های زیرزمینی به‌کار برده می‌شوند. این روش‌ها برای مناطقی که دارای آبخوان‌های آزاد یا نیمه‌آزاد (که از لحاظ هیدرولوژیکی در ارتباط با آبخوان‌های آزاد هستند) می‌باشند، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این روش‌ها عبارتند از (۲۲):

۱-۲-۱-۱ پخش سیلاب

مهار سیلاب و پخش آن به‌وسیله عملیات مکانیکی به‌نحوی که بتواند در بهبود رشد و نمو گیاهان زراعی، پوشش گیاهی مراتع و تغذیه آبخوان‌ها موثر واقع شود، پخش سیلاب نامیده می‌شود (۲۳). این روش ساده ترین و کم هزینه‌ترین روشی است که از زمان‌های قدیم در کشورهای مختلف از جمله ایران رواج داشته است. در این روش آب بر روی یک منطقه نسبتاً بزرگ، به‌صورت یک لایه نازک به‌طور آهسته به‌طرف پایین دست حرکت می‌کند، بدون آن‌که باعث پخش شدن ذرات خاک شود (شکل ۱-۱). پخش سیلاب بیشتر در مناطقی که دارای شیب ۱ تا ۳ درصد می‌باشند، امکان‌پذیر است. در اکثر مناطق آب‌های سطحی با سرعت زیادی از مسیل‌های کوهستانی به سمت دشت سرازیر شده و به‌علت تمرکز در آبراهه‌ها و رودخانه ها فرصت کمی برای نفوذ پیدا می‌کنند. برای حل این مشکل با ایجاد یک بند انحرافی بر روی آبراهه، آب را به طرف کانال‌هایی که بر روی خطوط تراز دامنه ها کشیده شده هدایت می‌کنند که می‌تواند در خاک نفوذ کرده و سفره‌های آب زیرزمینی را تغذیه کند. آزمایشات نشان می‌دهد که حداکثر شدت نفوذ در این روش در مناطقی صورت می‌گیرد که پوشش گیاهی و خاک از بین نرفته باشد. مهم‌ترین مزیت این روش هزینه نسبتاً کم آن برای ساخت و نگهداری می‌باشد (۵).

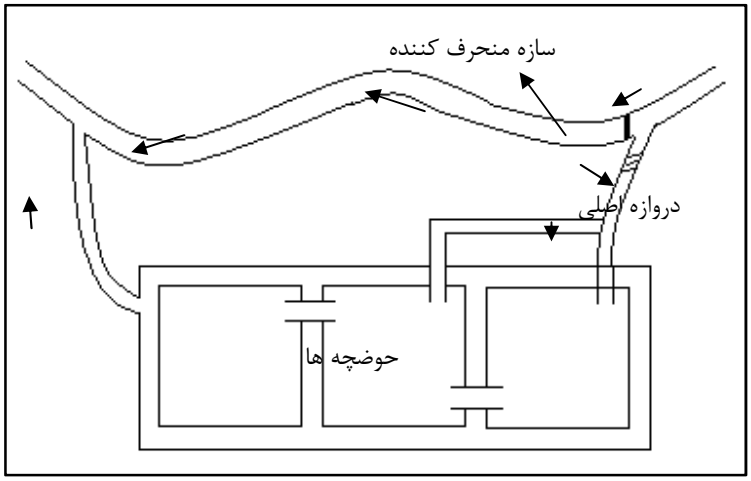


شکل ۱-۱) نمونه‌ای از سیستم پخش سیلاب (۲۲)

۱-۲-۱-۲ روش تغذیه از طریق حوضچه‌ها

در این روش آب وارد حوضچه‌هایی می‌شود و از آنجا به واحدهای زمین‌شناسی با نفوذپذیری زیاد هدایت می گردد. این روش به‌دلیل عملی بودن و داشتن کارایی بیشتر و نگهداری آسان آن، یکی از مناسب‌ترین روش‌های تغذیه آب‌های زیرزمینی در ایران می‌باشد. حوضچه‌های تغذیه معمولاً در نقاطی که قابلیت نفوذ آب در زمین زیاد است، مانند مخروط افکنه‌ها که به صورت قلوه‌سنگ و ریگ هستند احداث می‌شوند (۲۲).

حوضچه‌های تغذیه به‌علت استفاده بهینه از زمین و هزینه کم نگهداری، می‌تواند مناسب‌ترین روش تغذیه مصنوعی باشد، اما مهم‌ترین عیب آن‌ها، کاهش نفوذپذیری به مرور زمان است. برای رفع این مشکل معمولاً آب را وارد حوضچه‌های آرامش کرده و پس از ته‌نشینی مواد محموله آب، آن را وارد حوضچه‌های نفوذ می کنند (۲۲).



شکل ۱-۲) نمونه‌ای از سری حوضچه‌ها (۲۲)

۱-۲-۱-۳ روش نهر و شیار

در این روش آب از طریق نهرها و شیارهایی که دارای عمق کم و بستر پهن بوده و با دقت از هم فاصله داده شده‌اند، عبور می‌کند و باعث تغذیه آب‌های زیرزمینی می‌شود. اغلب سیستم‌های نهر و شیار دارای یکی از الگو های افقی (پهلویی)، درختی و تراز می‌باشند (۲۲).

۱-۲-۱-۴ روش اصلاح کانال رودخانه

اصلاح کانال رودخانه شامل تغییر دادن کانال زهکشی طبیعی، به‌منظور افزایش دادن نفوذ از طریق افزایش دادن بستر رودخانه و نگه‌داشتن جریان رودخانه می‌باشد. اغلب ساختارهای اصلاح رودخانه موقتی هستند و عمل تغذیه را به‌صورت فصلی انجام می‌دهند. با این وجود اصلاح کانال در مناطق مناسب، مفید است، زیرا هزینه ساخت آن‌ها نسبتاً کم و نگهداری‌شان آسان بوده و از طرفی طرز عمل آن‌ها با سایر کاربردها تعارض ندارد (۵).

۱-۲-۱-۵ روش آبیاری بیش از حد

هنگامی‌که آب جهت آبیاری به‌کار برده می‌شود، سفره آب زیرزمینی به‌طور مصنوعی تغذیه می‌شود. از آنجایی‌که هدف از آبیاری افزایش ظرفیت ذخیره رطوبت در افق‌های خاک می‌باشد به ظاهر بی‌شباهت به تغذیه مصنوعی است، به همین منظور این روش را تغذیه اتفاقی نیز می‌خوانند. هزینه‌های این روش بسیار اندک می‌باشد، زیرا توزیع آب از طریق امکاناتی صورت می‌گیرد که از قبل ایجاد شده‌اند. از منابع سطحی و زیرزمینی که برای آبیاری استفاده می‌شود حدود ۱ تا ۵۰ درصد از آن جهت تغذیه آب‌های زیرزمینی به‌کار برده می‌شود (۲۲).

۱-۲-۲ تصمیم‌گیری

تصمیم‌گیری یکی از اساسی‌ترین موضوعاتی است که همواره بشر، حتی در زندگی روزمره خود با آن روبرو می باشد. برای انجام یک کار خاص، ممکن است ما با گزینه‌های مختلفی مواجه باشیم که از بین آن‌ها باید بهترین گزینه را انتخاب نماییم. در واقع تصمیم‌گیری، به چگونگی انتخاب بهترین گزینه از بین گزینه‌های ممکن می پردازد. به‌طوری که گزینه منتخب بتواند بیشترین سود و موفقیت را به همراه داشته باشد. به‌طور کلی مدل‌های تصمیم‌گیری به دو دسته مدل‌های چند هدفه و مدل‌های چند شاخصه تقسیم می‌شوند. مدل های چند هدفه به‌منظور طراحی به‌کار گرفته می‌شوند در حالی که مدل‌های چند شاخصه به‌منظور انتخاب گزینه برتر استفاده می‌شود (۲).

اصول روش‌های تصمیم‌گیری در این است که اطلاعات موجود از سیستم را به شکل مجموعه عوامل تاثیرگذار در میزان کارایی سیستم تبدیل می‌کند و با مشخص کردن نقش هر کدام از این عوامل کارایی سیستم را ارتقاء می‌بخشد(۴۰). تصمیم‌گیری در انتخاب مکان‌های مناسب پخش سیلاب با در نظر گرفتن این‌که عواملی زیادی در این انتخاب باید در نظر گرفته شوند کار دشواری می‌باشد. این پیچیدگی به این دلیل می‌باشد که داده‌های

مورد نیاز برای تصمیم‌گیری از نظر کیفیت و میزان دقت متفاوت می‌باشند و همچنین میزان اهمیت و وزن هر کدام از آن‌ها با یکدیگر متفاوت می‌باشد.

۱-۲-۳ چارچوب برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری

Simon (۱۹۶۰) مدلی را برای فرآیند تصمیم‌گیری پیشنهاد کرد که دارای ۳ مرحله فهم و شناخت[۳]، طراحی[۴] و انتخاب[۵] بود(۴۱).

بر مبنای این مدل، Sharifi و Rodriguez (۲۰۰۲) یک روش کار جهت مراحل برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری به شرح زیر بیان کردند(۳۸):

- مرحله شناخت

سوال اصلی در این قسمت این است که آیا اصلاً مشکلی وجود دارد یا این‌که آیا شانسی برای تغییر اوضاع و بهبود وضعیت موجود می‌باشد یا خیر؟ این فاز شامل بررسی دقیق منطقه به‌منظور شناسایی مشکلات و مواردی است که تصمیم‌گیری در مورد آن‌ها ضروری می‌باشد.

- مرحله طراحی

راهکارهای موجود برای حل مشکل چیست؟ این مرحله شامل ایجاد، بسط دادن و تحلیل راه حل‌های موجود برای حل مشکل می‌باشد. این مرحله شامل فهم مسأله، به‌کارگیری مدل‌های برنامه ریزی که راه حل‌های متعددی را ایجاد می‌کند و همچنین امکان‌سنجی و کارایی این راهکارها می باشد.

- مرحله انتخاب

---

[3] - Intelligence
[4] - Design
[5] - Choice

کدام یک از راهکارهای ارائه شده برای حل مشکل دارای بیشترین سود است؟ در این مرحله مناسب‌ترین راهکار ارائه شده انتخاب می‌گردد (۴۰).

۱-۲-۴ سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری

مفهوم DS[۶] احتمالاً در اواخر سال ۱۹۵۰ و اوایل ۱۹۶۰ و به واسطه مطالعات Herbert Simon and Allen Newell روی تصمیم‌گیری‌های سازمانی در موسسه تکنولوژی Carnegie به‌وجود آمد و بعدها در سال ۱۹۹۹ با استفاده از سامانه‌های رایانه‌ای در موسسه تکنولوژی ماساچوست توسط Tom Gerrity مورد استفاده قرار گرفت (۴۰). Gorry and Morton (۱۹۷۱)، DSS[۷] را به‌عنوان یک سامانه دارای قابلیت تبادل داده با سامانه‌های کامپیوتری تعریف کردند که می توان از آن جهت حل مشکلات با ساختار مشخص و تا حدودی ناشناخته بهره برد. نکته مهمی که در مورد DSS باید به آن اشاره کرد این است که شخص تصمیم گیرنده، مسئول اصلی تصمیمی است که اتخاذ می‌کند و DSS به عنوان ابزاری است که افق دید فرد تصمیم گیرنده را در مورد تصمیمی که می‌گیرد، وسیع‌تر می‌نماید. در واقع DSS مشکل موجود را حل نمی‌کند بلکه مانند یک ماشین حساب وسیله‌ای برای حل مشکل موجود می‌باشد(۴۲).

سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری، مدل‌هایی هستند که ورودی آن‌ها انواع مختلفی از اطلاعات و خروجی آن‌ها راه‌حل‌های متعدد برای حل مسأله موجود می‌باشد. DSS سیستمی تعاملی[۸] می‌باشد چرا که به فرد تصمیم گیرنده این امکان را می‌دهد که به‌طور پیوسته راهکارهای متعدد را ایجاد کرده و آن‌ها را با هم مقایسه نماید (۳۱). DSS سیستمی است تلفیق‌کننده[۹]، به این دلیل که دانش و برداشت ذهنی فرد یا گروه تصمیم‌گیرنده در مورد مشکل مربوطه را همراه با داده‌های عددی مرتبط جمع‌بندی کرده و راه حل‌های موجود را پیشنهاد می‌کند

6- Decision Support
7- Decision Support System
8- Interactive
9- Integrative