

## اقدامات عملی جهت کاهش رواناب و تغذیه سفره زیرزمینی در شهر

ابوالفضل معینی<sup>۱</sup>، شیوا محمدیان خراسانی<sup>۲</sup>، سپیده مفیدی<sup>۳</sup>

- ۱- استادیار، گروه آبخیزداری، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۲- دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ایران.
- ۳- دانشجوی دکتری، گروه خاکشناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم تحقیقات تهران، ایران.

[abmoeini@yahoo.com](mailto:abmoeini@yahoo.com)



### چکیده

یکی از مشخصه‌های توسعه شهری افزایش سطوح غیرقابل نفوذ است که به خاطر تغییر کاربری زمین‌های کشاورزی و منابع طبیعی و اختصاص آن به ساخت و ساز واحدهای مسکونی و معابر عمومی پدید می‌آید. از عوارض این تغییرات، کاهش نفوذ آب باران به داخل زمین و افزایش رواناب حاصل از بارندگی است. جاری شدن رواناب در سطح شهر علاوه بر تحمیل هزینه‌های زیاد برای احداث مجاری و زهکش‌های مناسب جهت خارج ساختن این آب‌ها از معابر، باعث آلودگی آن‌ها می‌شود و به خاطر مخلوط شدن با انواع پساب‌هایی که در مسیر حرکت به آن اضافه می‌گردد، تصفیه و بهره‌برداری مجدد آن‌ها را دچار مشکل می‌کند. بنابراین با توجه به اینکه مدیریت رواناب‌های ایجاد شده در سطح شهر به منظور جلوگیری از آسیب رساندن به بناهای شهری و استفاده از این آب به عنوان منبع غیرمتعارف تأمین آب برای مصارف مختلف و همچنین افزایش سطح آبخوان‌ها اهمیت فراوان دارد، هدف از این تحقیق ارائه راهکارهای عملی جهت کاهش رواناب و تغذیه سفره زیرزمینی در شهر بود. بدین منظور، راهکارهای عملی همچون حفر چاه‌های جذب و ذخیره رواناب‌های ایجاد شده توسط باران به منظور استفاده مجدد و تغذیه منابع زیرزمینی، جایگزین سنگ‌فرش به جای آسفالت در معابر به منظور افزایش نفوذپذیری سطوح خیابان و ایجاد کانال‌های انتقال آب به فضای سبز کاشته شده اطراف خیابان‌ها برای صرفه جویی در مصرف آب به منظور آبیاری این گیاهان پیشنهاد گردید. با توجه به نتایج این مطالعه می‌توان با مدیریت صحیح، از رواناب حاصل از بارندگی استفاده و در مصرف آب برای بعضی از مصارف شهری صرفه‌جویی کرد.

**کلید واژه‌ها:** آبخیزداری شهری، استحصال باران، چاه، رواناب، سطوح نفوذناپذیر، سفره آب زیرزمینی، سنگ‌فرش، سیلاب شهری

## Practical measures to reduce runoff and charging the groundwater table in urban

### Abstract

One of the characteristics of urban development is the increasing impervious surfaces that changing agricultural land and natural resources and assign it comes to the construction of housing units and public pathways. The effects of these changes reduce the infiltration of rainwater into the ground and increase the runoff from rainfall. The flow of runoff in the urban in addition to high costs for construction and drainage channels in order to remove the water from the streets, they are causing pollution runoff and for mixing with a variety of wastewater that the path is added to it, purification and reuse them is in trouble. So given that the management of runoff generated in the urban in order to avoid damaging the urban buildings and use of this water as a source of unconventional water supply for various uses and as well as increase the level of the aquifer are abundant, The aim of this study provide practical solutions to reduce runoff and feeding the groundwater table in the urban. For this purpose, practical solutions such as digging absorption wells, Store runoff caused by rain for reuse and charging resources, replace roads instead of asphalt on roads in order to increase the permeability of the street and creating channels for water to green space planted around the streets to conserve water in order to irrigate the plants were proposed.

Keywords: Asphalt, Extraction of rain, Impermeable surfaces, Runoff, Urban Flooding, Urban Watershed Management, Underground Water Reservoir, Well



### مقدمه

افزایش جمعیت و به خصوص رواج فرهنگ شهرنشینی و تبدیل روستاها به شهر سبب می شود که اراضی کشاورزی و عرصه های طبیعی به اراضی شهری تبدیل شوند (سجادی و همکاران، ۱۳۹۳؛ هادی زاده بزاز، ۱۳۹۲؛ Tali, et al., 2013). توسعه شهرها و ایجاد بناها باعث ایجاد یک آبخیز مصنوعی می شود که عدم مدیریت صحیح و مناسب این آبخیز مصنوعی موجب جاری شدن سیل در سطح شهر می گردد. توسعه شتاب زده مناطق شهری در دهه های اخیر، از چندین سال قبل باعث بروز مشکلاتی در زمینه های مختلف اجتماعی، اقتصادی، طبیعی و غیره در شهرها شده است. گسترش طولی شهرها بر روی کوهپایه ها و دشت ها که سبب افزایش سهم سطح نفوذناپذیر منطقه نسبت به سطح نفوذپذیر آن می شود، باعث به راه افتادن حجم چشمگیری از رواناب در اراضی شهری شده است. مدیریت این حجم از رواناب که بلافاصله پس از هر بارندگی ایجاد می شود تا کنون در بهترین حالت، تنها محدود به اخراج این آب از محدوده شهری بدون هرگونه استفاده مفید از آن بوده است. به علاوه پس از خروج این آب از محدوده شهری هیچ نوع تمهیداتی برای کنترل آن اندیشیده نشده است و در بسیاری از موارد همین آب باعث بروز خسارات زیادی در پایین دست می شود. قسمتی از شهر که به طور کامل در محدوده شهری قرار داشته و کلیه بارش واقع شده بر روی آن از یک نقطه خروجی در داخل مرز شهر تخلیه می شود، حوزه آبخیز شهری (Urban catchment) نام دارد (Pahl-Wost, 2004). بدین ترتیب کلیه سطوح نفوذناپذیر اعم از پشت بام ها، سطح آسفالت معابر، سطوح آزاد بتنی، جوی ها، آبگیرها و نیز شبکه های زهکشی و جمع آوری فاضلاب، در این تعریف قرار می گیرند. رواناب در مناطق غیرشهری معمولاً به مسیل های طبیعی راه پیدا کرده و در نهایت رودخانه های فصلی و دائمی را پدید می آورند. فعالیت های انسانی در مناطق توسعه یافته شهری با اثر مستقیم از طریق تولید پساب و غیرمستقیم

از طریق جلوگیری از نفوذ آب به وسیله پوشش اراضی با مواد غیرقابل نفوذ بر چرخه آب طبیعی اثر گذاشته و احداث سیستم زهکشی برای تخلیه این دو نوع جریان فاضلاب و آب سطحی ایجاد شده را با هدف به حداقل رساندن مشکلات زندگی انسان و محیط زیست الزامی می کند (Butler and Davies, 2011). اگر میزان بارندگی بیش تر از ظرفیت کانال های زهکشی باشد، موجب آب گرفتگی معابر شده و به دنبال آن مشکلات فراوانی به منظور تخلیه و مدیریت این آب همانند هدایت آن به تونل های مترو و غیره بوجود خواهد آمد. همچنین تخلیه آب های زیرزمینی و عدم جایگزین شدن آب این منابع نیز یکی از بزرگ ترین مشکل های کشور خشک ایران محسوب می شود. خشک شدن تعداد زیادی از قنات ها و چاه ها باعث شده است که بخش زیادی از سرمایه گذاری های انجام شده از بین برود، از این رو تغذیه منابع زیرزمینی یکی از روش هایی است که می تواند بخشی از آب خارج شده از زیرزمین را جایگزین کند (علیزاده، ۱۳۸۳). بنابراین با توجه به اینکه مدیریت رواناب های ایجاد شده در سطح شهر به منظور جلوگیری از آسیب رساندن به بناهای شهری و همچنین استفاده از این آب به منظور افزایش سطح آبخوان ها اهمیت فراوان دارد. هدف از این تحقیق ارائه راهکارهای عملی جهت کاهش رواناب و تغذیه سفره زیرزمینی در شهر بود. بدین منظور راهکارهای عملی زیر ارائه می گردد. البته طرح های کنترل رواناب به طور کلی بسیار زیاد و متنوع هستند. کاربرد هر کدام بسته به شرایط محل، میزان ریسک در برابر خسارات وارده، میزان منافع حاصل از اجرای طرح و مسائل اجتماعی اقتصادی منطقه تفاوت دارد (مختاری، ۱۳۸۸).

#### الف) حفر چاه های جمع آوری آب در معابر شهری

در قسمت هایی از معابر که احتمال آبگرفتی در مواقع بارندگی بیش تر وجود دارد (شکل ۱) می توان با احداث چاه هایی با ظرفیت مناسب، از ایجاد رواناب جلوگیری و در مصارف مختلف اعم از آبیاری فضای سبز و غیره از آب ذخیره شده در این چاه ها استفاده کرد.



شکل ۱- نمایی از آبگرفتگی معابر در هنگام باران و هدررفت این رواناب

#### ب) استفاده از سنگ فرش به جای آسفالت

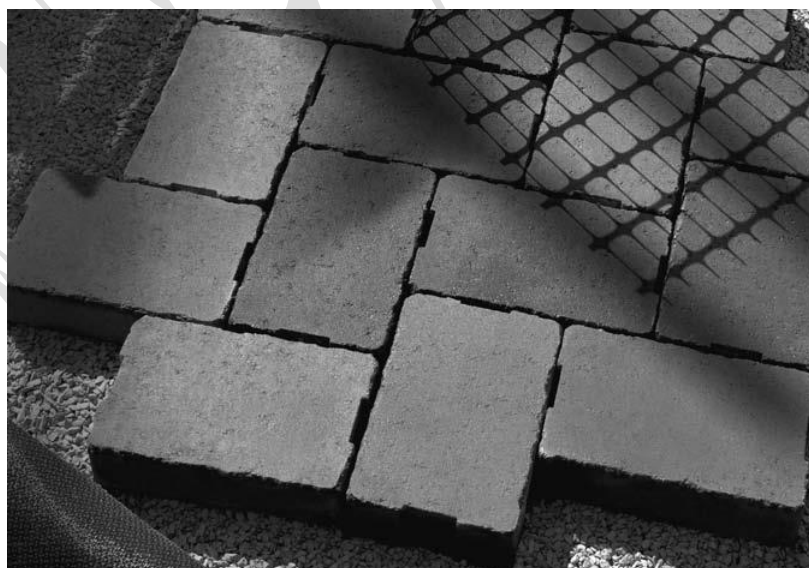
آسفالت به خاطر خاصیت غیرقابل نفوذی که دارد باعث افزایش تولید رواناب می گردد. استفاده از سنگ فرش در خیابان به جای آسفالت، باعث افزایش نفوذپذیری سطح خیابان شده و میزان رواناب را کاهش می دهد. امروزه دستگاه های

پرینتر سنگفرش کار سنگفرش کردن خیابان را راحت تر و با صرفه تر کرده است. زیرا در زمان کمتر و با صرف انرژی بسیار کمتر، سطح بیش تری از خیابان را می توان سنگفرش کرد (شکل ۲).

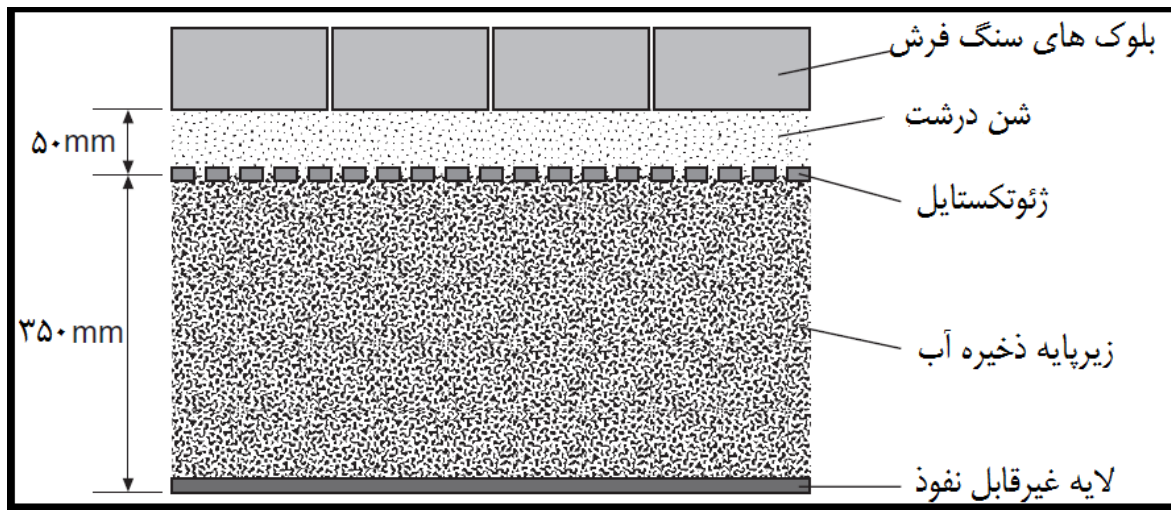


شکل ۲- پرینتر ایجاد سنگفرش در خیابان

همچنین در قسمت هایی که دارای سطح بدون سقف زیادی هستند مانند پارکینگ خودروها که میزان باران برخورد کرده با سطح آن ها قابل توجه است، می توان علاوه بر سنگ چین کردن محیط پارکینگ، زیر سنگ ها یک لایه شن ریخت و سپس یک لایه ژئوتکستایل به عنوان صافی قرار داد تا جلوی عبور خاک و خاشاک را بگیرد که زیر این ژئوتکستایل آب تا سطح غیرقابل نفوذ ذخیره شده و از هدررفت آن جلوگیری می شود (شکل ۳ و ۴).



شکل ۳- بلوک های نفوذپذیر (Butler and Davies, 2011)



شکل ۴- سیستم ذخیره آب با سنگ فرش کردن خیابان (Butler and Davies, 2011)

(ج) حفاظت از سفره های آب زیرزمینی

تغذیه مصنوعی سفره و جلوگیری از نفوذ آلودگی به آب های زیرزمینی، از جمله اقداماتی است که می تواند به حفاظت از سفره های آب زیرزمینی کمک کند. با استفاده از روش های پخش آب در سطح زمین، استفاده از گودال های طبیعی جهت نفوذ آب، استفاده از حوضچه های تغذیه، افزایش نفوذ طبیعی آب در بستر رودخانه ها و مسیل ها، تزریق آب به سفره توسط چاه های تزریقی و ایجاد ترانشه های افقی در زمین، می توان اقدام به تغذیه مصنوعی سفره های زیرزمینی کرد.

(د) کانال ها و جوی های جمع آوری آب های سطحی (سیلاب روهای کمکی)

یکی از روش های دفع جریان های سیلابی از محدوده های شهری، حفر سیلاب روهای کمکی با زهکش های کمربندی است. در حقیقت به جای آنکه تمامی سیلاب از داخل مسیری که با احداث خاکریز یا دیواره سیل بند در طرفین آبراهه ایجاد شده انتقال یابد، بخشی از سیلاب را می توان به نهرها یا کانال هایی که به طور مصنوعی حفر گردیده و از مسیر دلخواه و معین عبور داده شده، منحرف کرد. سیلاب روهای کمکی زمانی مطرح می شوند که جریان های سیلابی از طریق یک یا چند رشته مسیل یا آبراهه طبیعی به سوی شهر یا اراضی شهری سرازیر شوند. این گونه سیلاب روهها در مسیری تقریباً عمود بر مسیل ها امتداد می یابند و پس از دریافت جریان های سیلابی بدون تحمیل بار اضافی بر سیستم زهکشی داخل محدوده، به رودخانه یا مسیل های طبیعی تخلیه می شوند.

(ه) طراحی و اجرای سازه مشبک

طراحی و اجرای یک سازه مشبک در نزدیکی محدوده ورودی سیلاب به شهر ضروری به نظر می رسد. با توجه به اینکه در زمان وقوع سیلاب بر اثر انرژی زیاد آن، تنه درختان و هر جسمی که در مسیر سیلاب پایداری ندارد، حرکت کرده و وارد کانال، مجاری عبوری و پل های داخل شهر می شود. با انتقال این قبیل اشیا از بالا دست و مسیر رودخانه به این محل ها، آبگذرها مسدود می شود که همین امر باعث بالا رفتن سطح آب رودخانه ها و تخریب ساختمان ها و تأسیسات حاشیه رودخانه و شهر می شود که بدین منظور لازم و ضروری است یک سازه مشبک فولادی قبل از ورود سیلاب به شهر، طراحی و احداث شود تا مشکلات انسداد مسیرهای انتقال آب بوجود نیاید. و رواناب تولیدی کاهش یابد.

(و) حوضچه‌های ذخیره موقت رواناب‌های شهری

ایجاد استخرهای بتنی به منظور جمع‌آوری موقت آب باران و رواناب ناشی از آن می‌تواند راهکار مناسبی برای مدیریت رواناب شهری باشد. البته این روش خود دارای دو عیب بزرگ است که از قابلیت آن می‌کاهد. (۱) در صورت پر شدن این استخر و سرریز شدن آن، خود خطر روان شدن سیل و ایجاد رواناب را افزایش می‌دهد. (۲) این روش برای ذخیره موقت آب مناسب است و در صورت حفظ آب به مدت طولانی در این استخرها، نیاز به لایروبی استخر بوده که خود هزینه‌بر خواهد بود.

(ز) مسیرهای هدایت آب به فضای سبز

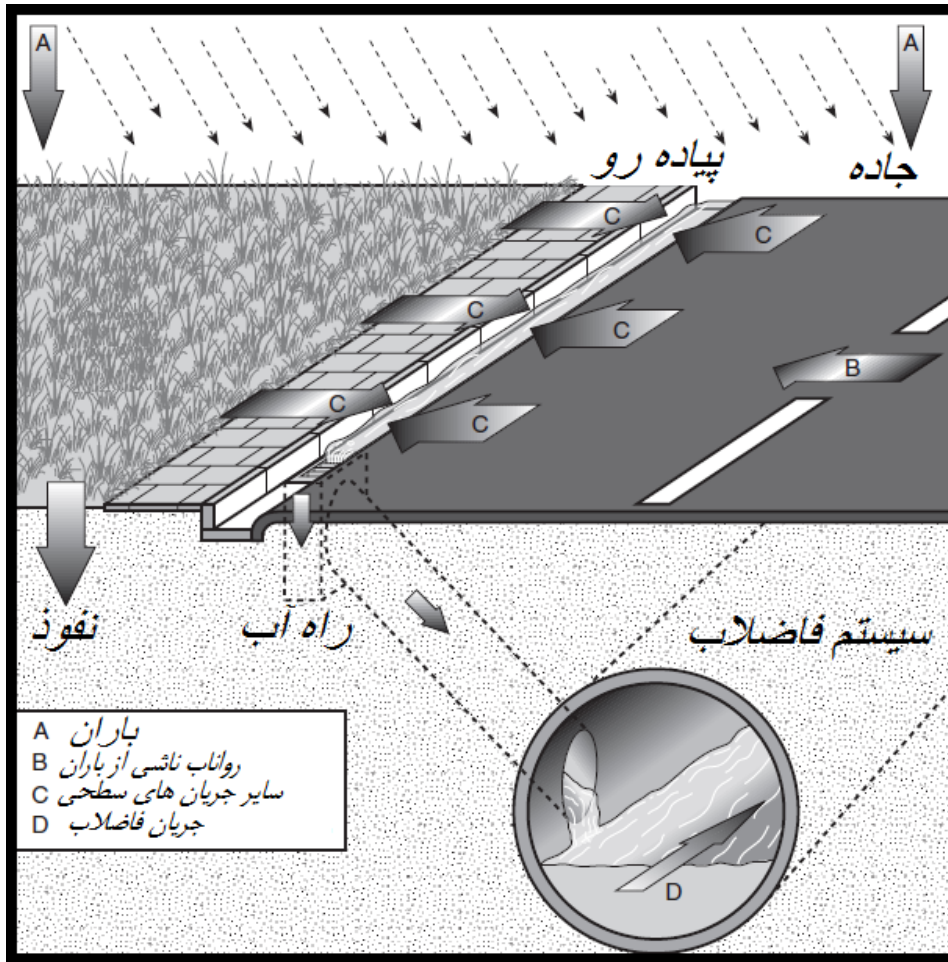
در زمان بارندگی می‌توان از آب حاصل از آن برای آبیاری درختان و فضای سبز شهری استفاده بهینه کرد. وجود فضای سبز در حاشیه معابر و خیابان‌ها و ایجاد مسیرهای انتقال آب از سطح خیابان به داخل این فضای سبز، موجب نفوذ آب در خاک و سیراب کردن گیاهان آن منطقه می‌شود. بدین ترتیب ضمن استفاده بهینه و افزایش میزان نفوذ و تغذیه سفره‌های آب زیر زمینی، می‌توان از میزان کل رواناب در حوزه آبخیز شهری کاست و زمان تمرکز حوضه را افزایش داد (شکل ۵).



شکل ۵- ایجاد شیار در بین جداول خیابان به منظور هدایت آب به باغچه کنار خیابان (Allison, 2005)

(ح) جداسازی سیستم‌های مختلط دفع رواناب‌ها و فاضلاب‌ها

همان طور که در شکل ۶ مشخص است (Butler and Davies, 2011) در بیش‌تر شهرها، آب‌های قابل استفاده ناشی از باران در لوله‌های فاضلاب جمع‌آوری شده و بسیار آلوده می‌شوند. به منظور تغذیه منابع آب زیرزمینی بهتر است سیستم‌های جمع‌آوری رواناب و دفع فاضلاب از یکدیگر جدا شوند تا آب قابل حاصل از باران و رواناب ناشی از آن، آلوده نشده و قابلیت استفاده خود را از دست ندهند.



شکل ۶- نمایی از هدررفت آب قابل استفاده باران با ورود آن به سیستم فاضلاب شهری (Butler and Davies, 2011)

### نتیجه گیری

باتوجه به اهمیت کنترل رواناب و جلوگیری از هدررفت آن براساس ویژگی های اقلیمی، اقتصادی، توپوگرافی و اجتماعی هر شهر، می توان بهترین روش کنترل رواناب را انتخاب و اجرا کرد. اینکار علاوه بر مدیریت رواناب باعث افزایش منابع آب زیرزمینی شده و خطرات ناشی از برداشت های غیرمجاز همانند نشست زمین که امروزه با آن بسیار مواجه هستیم را کاهش خواهد داد. راهکارهای عملی ارائه شده در این مقاله تنها گوشه ای از روش های قابل اجرا در محدوده های شهری جهت مدیریت رواناب و تغذیه سفره زیرزمینی می باشد. در صورت اعمال همین معیارهای حداقلی در مدیریت رواناب، تغییرات زیادی در مدیریت شهری رخ خواهد داد و شهروندان کشور بعد از هر بارش دچار مشکلات متعدد ترافیکی، بهداشتی و آب گرفتگی معابر نمی شوند.



## منابع فارسی

سجادی، ژ.، بیرانوندزاده، م.، رادمنش، م.، ویسی، ر. (۱۳۹۳). ارزیابی میزان تحقق کاربری زمین در طرح‌های توسعه شهری با تأکید بر کاربری فضای سبز (مطالعه موردی: شهر دورود). دو فصلنامه پژوهش‌های منظر شهر. سال اول. شماره ۱. صفحات ۴۵-۵۶.

علیزاده، ا. (۱۳۸۳). اصول هیدرولوژی کاربردی، انتشارات دانشگاه امام رضا، چاپ هفدهم، ۸۱۵ صفحه.

مختاری، س. (۱۳۸۸). راهکارهای کنترل سیلاب. مسکن و محیط روستا. صفحات ۷۲-۸۹.

هادی‌زاده بزار، م. (۱۳۹۲). مدیریت اراضی حریم شهرها، راهکاری اصولی در کاهش مشکلات شهری نمونه: کلان شهر مشهد. هفته نامه هفت شهر. شماره ۴۴-۴۳. صفحات ۱۶-۶.



## References

- Allison, R., (2005). WSUD engineering procedures: stormwater. pp. 288.
- Butler, D. and Davies, J. W. (2011). Urban drainage. Spon Press is an imprint of the Taylor & Francis Group, pp. 652.
- Pahl-Wostl, C. (2004). Information, public empowerment, and the management of urban watersheds. Inviromental modeling & software. No. 20, 457-467.
- Tali, J. A., Divya, S., Murthy, Krishna. (2013). Influence of Urbanization on the Land Use Change: A Case Study of Srinagar City. American Journal of Research Communication. 271-283.