



ارائه شده توسط:

سایت ترجمه فا

مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده

از نشریات معتبر

قانون گسترده و تعمیم یافته هورتون برای بررسی الگوریتم های تعبیه شده

شبکه های توپولوژیکی رودخانه

چکیده مقاله

شبکه های رودخانه ای در نقشه زمین نوعی درختان ریشه دار توپولوژیکی تعبیه و درونی شده در سطح سه بعدی توصیف می شوند. مسئله درختان دو ریشه ای توپولوژیکی (BRTها) را در این مقاله با بررسی دو روش تعبیه شده و درونی فضا پرکن توضیح می دهیم: روش اول همان روش بالا به پایین قدیمی طرح شده در متن شبکه های خود شباهتی اتفاقی (RSN) است، و روش دوم طرح جدید از پایین به بالا است که در این مقاله بیان شده است. مفهوم قانون تعمیم یافته هورتون را به آبگیرهای فرعی دور از کرانه بسط می دهیم و مجموعه جدیدی از قانون های مقیاس بندی را می سازیم که برای آزمایش و بررسی الگوریتم های تعبیه شده و یا درونی استفاده می شوند. دو استراتژی جادهی و تعبیه شده را با خواص مقیاس سازی توزیع نواحی متراکم A_w و دامنه شبکه M_w جریان های کامل مرتبه w مقایسه می کنیم. روش از پایین به بالا تساوی توزیع های $A_w/E[A_w]=dM_w/E[M_w]$ ویژگی و مشخصه مشاهده شده در حوضچه های حقیقی را حفظ میکند. شبکه های تعبیه شده از بالا به پایین به علت همبستگی قوی بین نواحی کاشی در موزاییک کاری نهایی قادر به حفظ این تساوی نیستند. نتیجه می گیریم که وجود یا فقدان این تساوی آزمایش مفیدی برای تشخیص مدل های شبکه رودخانه است که هندسه / توپولوژی سیستم های طبیعی زهکشی را توضیح می دهد. نمونه های از اجرا الگوریتم های تعبیه شده و درونی درختان خود شبیه (SST) و RSN ها ارایه می دهیم. بالاخره، تکنیکی در این مقاله جهت طرح نواحی کاشی کاری شده در سطح سه بعدی ارایه می شود که مطابق با زمین زهکشی شده به وسیله شبکه انتخابی است. نتایج تحقیق ما اولین مرحله مهم دستیابی به هدف ساخت درخت های حقیقی تعبیه شده توپولوژیکی است که همچنین برای بررسی مقیاس بندی حداکثر جریان در شبکه های رودخانه در صورت وجود بارش های متغیر فضایی و طغیان سیل نیاز می شود.

کلمات کلیدی : شبکه های رودخانه ای، الگوریتم های تعبیه شده یا درونی، شبکه های اتفاقی خود شبیه، درختان خود همسان و خود شبیه، قانون های هورتون

1-مقدمه

تحقیق توپولوژی شبکه رودخانه ای یکی از موضوعات فعال و گسترده تحقیق در ژئو مورفولوژی است. بسیاری از مدل‌های ریاضی در این مقاله جهت توضیح استفاده از اصول ساده، توپولوژی پیچیده شبکه رودخانه ای معرفی شده اند. این مدل های توپولوژی منجر شده تا پژوهشگران اساس و پایه ریاضی خود را روی پاشنه و سطوح ثابتی پایه گذاری کنند، و بسیاری از آنها در توضیح مشخصات ژئو ریخت شناسی مشاهده شده در شبکه طبیعی رودخانه ای موفق بوده اند.

تعریف مدل‌های توپولوژی شبکه رودخانه ای فقط روش اتصال گره های شبکه را با یکدیگر توضیح می دهند. این مدل‌ها روش‌های تعبیه فضا توپولوژیکی را در نقشه سه بعدی زمین حوضچه رودخانه توصیف نمی کنند. در نتیجه، آنها برای بررسی تأثیرات متقابل و برهم کنشی بین پروسه های همبسته فضایی بارش و تولید رواناب و اثر آن بر حمل جریان ها از شبکه رودخانه ای مناسب نیستند. برخی از مدل‌های شبکه ای مثل شبکه بهینه آبراه ها، شبکه های جیبسی، و شبکه های تولید شده توسط پیاده رو های اتفاقی صریحاً منجر به تولید هندسه فضایی شبکه ها با تعبیه آنها در شبکه دو بعدی میشود. البته، دو نقص مدل‌های شبکه ای نسبت به مدل‌های توپولوژیکی عبارتند است: اولاً تولید مدل‌های شبکه ای نیازمند کارهای محاسباتی بیشتری است و ثانیاً دستیابی به نتایج تحلیلی این مدل‌های شبکه ای مشکل است.

شبکه های خود شبیه یا همسان رودخانه ای نقش اصلی را در درک مقیاس های مشاهده شده در دامنه های حداکثر جریان ایفامیکند. مثلاً، گوپتا و همکاران (1996)، منا بد و سیو پالان (2001)، و تروتمن و اویر (2001) شبکه های ایده ال خود شبیه یا همسان تعبیه و درونی شده در فضا دو بعدی را جهت درک روش برهم کنشی بین بارش چند انحرافی و چگونگی تعیین دامنه و مشخصات مقیاس بندی حداکثر جریان توسط شبکه های همسان و خودشبه رودخانه ای بررسی کردند. گوپتا و همکاران (1996) معتقد بودند که بارندگی به طور فضایی آب شیب های اتفاقی بتا همبسته را دنبال و تعقیب می نند که روی شبکه آبراه Peano ته نشین می

شوند. تروتمن و اویر (2001) فرضیه کلی تری را در مورد تغییر پذیری سازه های شبکه بارش و همسان یاخود شبیه جهت بررسی مقیاس بندی های حداکثر جریان طرح کردند، البته سازه آبشار فضایی بارش هممطراز با توپولوژی شبکه تصور شد. مانتیلا (2007) شبیه سازی مقیاس بندی حداکثر جریان را در RSN ها بررسی کرد. شبکه های حقیقی تعبیه شده توپولوژیکی در فضا سه بعدی به منظور تعمیم این روش به بارش های همبسته فضایی مورد نیاز است.

پروسه درونی سازی توپولوژی بسیار ساده شبکه ای در شکل 1 نشان داده شده است. ابتدا به بررسی شبکه ای می پردازیم که فرض می شود در آن سازه و ساختار زنجیره ای (درخت توپولوژیکی) مشخص است (شکل 1a) و سپس، ناحیه دو بعدی دارای شکل ثابت (شکل 1b) که در آن شبکه تعبیه می شود را توضیح می دهیم. هدف از این تحقیق طرح الگوریتمی است که طبق شکل 1c شبکه تعبیه شده و درونی شده ای را ارائه می دهد. پروسه درونی شده تعریف شده در این مقاله باید حداقل دو نیاز زیر را برآورده کند: (1) باید فضا پر کن باشد به این معنا که هر نقطه در ناحیه مورد نظر باید به اتصال منحصر بفرد درخت دو ریشه ای (BRT) اختصاص داده شود یا در آن زهکشی شود، این پروسه موزاییک کاری نامیده می شود (2) سازه توپولوژیکی شبکه باید حفظ شد.

البته این دو احتیاج پروسه درونی سازی لگوریتم دستیابی به شبکه تعبیه شده را مشخص و تعیین نمی کند، بنابراین هر دو روش طرح شده باید به گونه ای انجام شود تا بتواند تا حد امکان، خواص مهم هندسی حوضچه های حقیقی زهکشی را حفظ کند. بررسی شکل 1c مشخص میکند که توزیع اندازه نواحی اختصاص یافته به اتصالات اختصاصی و اندازه منتهی مناطق متراکم حوضچه های فرعی مشخصه اصلی شبکه ای تعبیه شده هستند. و این مسئله کانون توجه این بخش از مقاله است. هدف مهم این مقاله اجرا قانون های تعمیم یافته هورتون جهت دستیابی به اندازه حساس انطباق توزیع ناحیه ای شبکه های تعبیه شده با رفتار مشاهده شده در شبکه های حقیقی است.

قوانین درونی و تعبیه شده هورتون مبتنی بر نظریه خود شباهتی آماری (SSS) توزیع متغیرهای حوضچه رودخانه تعیین شده در جریان های مختلف مرتبه اسراهلر است. ترتیب و رده بندی جریان های اسراهلر با قوانین زیر مشخص می شود: جریان های مرتبه اول، که همان جریان های فاقد جریان های ورودی بالا دست هستند و w_1+1 اگر $w_1=w_2$ باشد جریان های هستند که فوراً از اتصال و زنجیره دو جریان دارای مرتبه w_1 و w_2

به پایین دست حرکت می کنند، و در صورت عدم تساوی عبارت $w_1 \neq w_2$ حداکثر اندازه جریان بین w_1 و w_2 خواهد بود. دو متغیر حوضچه مورد نظر در این مقاله ناحیه زهکشی A هستند و دامنه شبکه M به صورت تعداد جریان های مرتبه اول در شبکه تعریف می شوند. مقایسه توزیع آماری این دو متغیر امکان آزمایش الگوریتم های درونی و تعبیه شده را فراهم می سازد.

ما در بخش 2 این مقاله زمینه و سوابق مسئله BRT های تعبیه شده و داده های شبکه های حقیقی را ارائه می دهیم. استفاده از مفهوم تجزیه حوضچه به شیب تپه ها جهت معرفی بسط قانون های هورتون در بخش 3 مقاله توضیح داده می شود. این مفهوم برای آزمایش خواص موزائیک فرش های تولید شده توسط استراتژی های درونی و تعبیه شده ما استفاده می شود. ما دو استراتژی درونی سازی را در زیر توضیح می دهیم. روش درونی سازی ویلزر (1989) در بخش 1-4 توضیح داده می شود که آن را الگوریتم درونی از بالا به پایین (TDE) می نامیم. سپس نقایص این الگوریتم را طبق قانون تعیین یافته هورتون توضیح می دهیم. الگوریتم درونی شده از پایین به بالا (BUE) در بخش 2-4 این مقاله توضیح داده می شود و با استفاده از این روش شرح داده می شود. برخی از نمونه های BUE با استفاده از درختان همسان و خود مشابه (SST) و RSN ها توضیح داده می شود. ما در بخش 5 روش تولید نقش های سه بعدی زمین را با استفاده از ناحیه کاشی کاری شده بدست آمده از BUE توضیح می دهیم. نتیجه گیری ها و مسائل مهم تحقیقات آینده در بخش 6 ارائه می شوند.

2- مدل شبکه رودخانه ای RSN و مسئله درونی سازی

مدل های شبکه توپولوژیکی در علم هیدرولوژی دارای تاریخچه و سابقه طولانی هستند. شریو (1966) اولین مدل توپولوژیکی را به نام مدل توپولوژیکی اتفاقی یا تصادفی معرفی کرد. این مدل فرض و بیان می کند که احتمال مشاهده تمامی توپولوژی ها با دامنه مشخص M وجود دارد. عدم موفقیت مدل شریو در پیش بینی تمامی مشخصات مشاهده شده در شبکه حقیقی رودخانه مقل قانون هاگ و مشتق های نسبت های هورتون از مقدار پیش بینی شده پس از سالها تحقیق فشرده اثبات شد. پیکهام (1995) میانگین درختان خود شبیه ریشه دار توپولوژیکی را به نام درختان Tokunaga بررسی کرد. مدل قطعی توپولوژیکی چند مشخصه توپولوژیکی را در حوضچه های رودخانه مثل نسبت های مشاهده شده هورتون پیش بینی میکند که مدل اتفاقی فاقد این

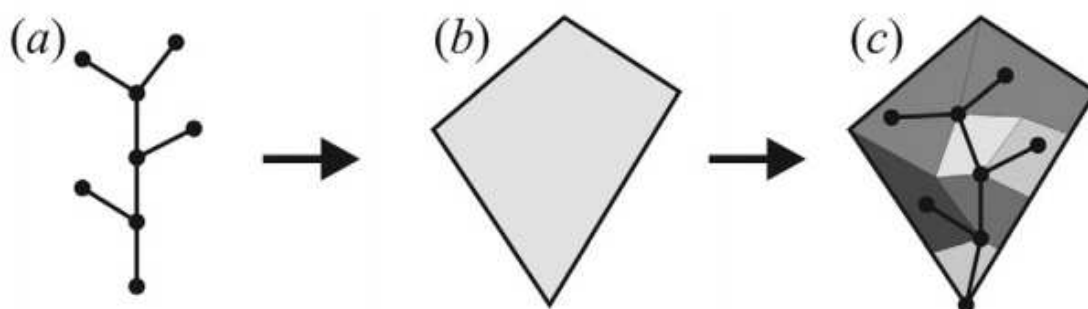
توانایی است. مک کونل و گوپتا (2008) نتایج درختان Tokunaga را با قاعده ثابت ریاضی مطرح کردند. مدل Tokunaga طبق تعریف آن میانگین خود شباهتی است و تغییر پذیری توپولوژی و هندسه شبکه های رودخانه ای را که به طور گسترده در طبیعت مشاهده نمی شوند را بررسی نمی کنند.

ویتزر و گوپتا (2000) گروه جدیدی از درختان نامتناهی و نامحدود را به نام شبکه های تصادفی خود مشابه (RSN) معرفی کردند. این مدل به سه دلیل ارتباط خاصی با مسئله تعبیه و درونی شده مورد بررسی در این مقاله دارد. ابتدا، این مدل شبکه های توپولوژیکی را تولید و تهیه میکند که بسیاری از ویژگی های آنها حقیقی است. این مسئله در صورتی مهم است که شبکه تعبیه شده حقیقی تصور و پیش بینی شود، شبکه توپولوژیکی خود حقیقی باشد، بنابراین، شروع پروسه تعبیه و درونی شده با شبکه های تولید شده -RSN یکی از روش های معقول است. ثانیاً، این مدل مبتنی بر پروسه های تکرار جانشینی است که به آسانی منجر به توسعه الگوریتم های تعبیه شده با استفاده از "تولید کننده ها" میشود که دارای بلوک های ساختمانی پروسه تکراری هستند. از تولید کننده ها همانطور که در تحقیق ویتزر انجام شد (1999) به عنوان اساس و پایه الگوریتم تعبیه شده خود استفاده می کنیم. ثالثاً، به آسانی مشاهده می شود که این مدل روش تجزیه درخت دو تایی را با توالی منحصر بفردی از تولید کننده های اولیه ارایه می دهد که منجر به ایجاد شبکه اصلی در سرتاسر پروسه تکراری جانشینی می شود. این حقیقت جا سازی هر درخت دوتایی را با استفاده از الگوریتم، منجمله درخت های بدست آمده از مدل های توپولوژیکی و غیر از مدل RSN ممکن می سازد.

شبکه های اتقافی خود شباهتی با انجام پروسه جایگزینی به شیوه تکراری، با تمام اتصالات شبکه توسط تولید کننده های تصادفی نمونه گیری شده ساخته می شود. تولید کننده به صورت یک الگو ساده شاخه دار و انشعابی (یا الگوها) تعریف می شود که جهت تولید شبکه پیچیده تر انشعابی توسط الگوریتم تعبیه شده و درونی بازگشتی انتخاب می شود. پروسه تولید شبکه پیچیده انشعابی مثل توپولوژی اتصال و زنجیره شبکه رودخانه ای با شبکه ای آغاز می شود که شامل یک اتصال و زنجیره واحد می شود که جایگزین تولید کننده تصادفی نمونه گیری شده می شود. در نتیجه، هر یک از مراحل پروسه تکراری منجر به پیچیده تر شدن سازه انشعابی شکل می شود. هر یک از جایگذاری های اتصال و زنجیره در پروسه تکراری به شیوه ای انجام می شود که وابسته به جایگذاری "بیرونی" یا "درونی" زنجیره است، زیرا اتصالات و زنجیره های بیرونی به صورت زنجیره های فاقد

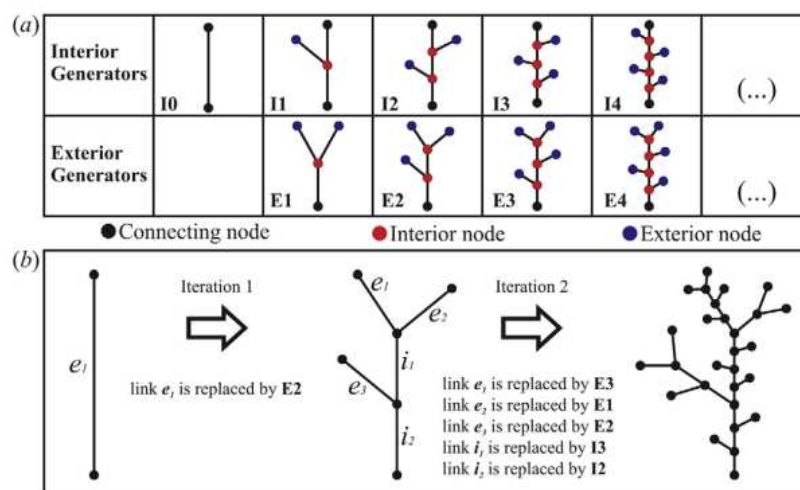
اتصالات ارتباطی بالا دست هستند. اتصال های داخلی با تولید کننده های یک نمونه به نام تولید کننده های داخلی جایگذاری می شوند، و اتصال های بیرونی به وسیله تولید کننده های بیرونی متشکل از نمونه های مختلف جایگذاری می شوند. بنابراین، ساخت RSN نیازمند مشخصات دو توزیع احتمالی است که نمونه گیری تصادفی انواع مختلف تولید کننده ها را کنترل می کند و تمام تولید کننده های نمونه گیری شده تولید کننده های مستقل مانع الجمع تصور می شوند. شکل 2a دو نمونه از تولید کننده های مورد استفاده در این مقاله را نشان می دهد و شکل 2b دو تکرار از پروسه جایگذاری را نشان می دهد. توجه داشته باشید که تولید کننده های داخلی و بیرونی در این شکل با تعدادی از گره های داخلی جایگذاری گذاری می شوند.

پروسه معکوس سازی این روش تکراری جایگذاری و جمع آوری مجموعه منحصر بفردی از تولید کننده های شبکه پیچیده دو تایی به تفصیل در مقالات ترو تمن (2005) و مانتیلا و همکاران (2010) توضیح داده شده است. این پروسه تجزیه در مقاله مانتیلا و همکاران در مورد 30 حوضچه واقعی زهکشی در سرتاسر قاره آمریکا انجام شد. آنها ثابت کردند که تعداد گره های داخلی تولید کننده در شبکه های واقعی به خوبی با توزیع احتمال هندسی دارای پارامترهای متفاوتی از تولید کننده های درونی و بیرونی مدل برداری می شوند. خاصیت ناوردایی مقیاس نیز تولید کننده 26 حوضچه از 30 حوضچه را در این تحقیق ثابت کرد. در بخش زیر توضیح می دهیم که ناوردایی مقیاس اساس و پایه آزمایش الگوریتم های تعبیه و درونی شده را تشکیل می دهند.



شکل 1(a) درخت توپولوژی که باید در داخل خاک نهاده شود (b) ناحیه دو بعدی، (c) منطقه موزائیک کاری

شده



شکل 2: (a) تولید کننده های مبتنی بر مسیر، (b) پروسه تکراری جایگذاری که شبکه RSN را می سازد.

3- قانون مبسوط هورتون

ما در این بخش مجموعه جدیدی از قوانین مقیاس بندی حوضچه های رودخانه ای را ارائه خواهیم داد که امکان آزمایش دقیق مشخصات موزائیک فرشهای ساخته شده توسط الگوریتم های درونی را فراهم می سازد. قانون های جدید مقیاس بندی بسطی از قانون تعمیم یافته هورتون براساس خود شباهتی آماری بیکهام و گوپتا (1999) و متشکل از دو متغیر اساسی می شود: ناحیه زهکشی و دامنه شبکه. دامنه شبکه، یعنی خاصیت توپولوژیکی شبکه ها به صورت تعداد جریان های منبع یا چشمه تعریف می شود، اما ناحیه زهکشی وابسته به روش جایگذاری شبکه در فضا است. در این بخش ثابت میکنیم که بررسی اتصال و زنجیره بین دو متغیر از طریق ناوردایی مقیاس امکان آزمایش الگوریتم های درونی را برای ما فراهم می سازد.

بسط قانون های هورتون بیان شده در این مقاله از نتایج اخیر نظری خواص مقیاس بندی زیرحوضچه های داخلی درختان Tokunga (19966) توکیونگا و سایر شبکه های قطعی مثل شبکه Peano یا درخت Mandelbrot-Viscek الهام گرفته است. بعلاوه، تروتمن (2005) وجود خواص مشابه مقیاس بندی توپولوژی های RSN را ثابت کرده است. این نتایج ما را به انجام تحقیقات بیشتر در مورد شبکه های طبیعی رودخانه و تدوین قوانین مقیاس بندی بر می انگیزاند.

مانتیلا و پویپتا (2005) الگوریتم تجزیه حوضچه را به شیب تپه طراحی کرد. این الگوریتم امکان بررسی خواص هندسی موزائیک کاری زمین به علت وجود شبکه رودخانه ای را برای ما فراهم می سازد. شکل 3 نتایج تجزیه حوضچه 3 مرتبه ای و 213km^2 کوارتز هیل واقع در مکزیک مرکزی را به شیب تپه ها نشان میدهد (شکل 3a). این تجزیه جفت های اتصال - شیب تپه را به علت وجود آنها روی زمین نشان می دهد. شبکه رودخانه (شکل 3b) و مجموعه شیب تپه ها (شکل 3c) روی تصویر هوایی منطقه و تهیه شده از Google EarthTM دیده می شود. تجزیه نیز روی نما سه بعدی زمین (شکل 3d) به منظور توضیح معنا تجزیه سطح - 0 زمین جایگذاری می شود. ما نواحی بیرونی شیب تپه را از نواحی داخلی شیب تپه شناسایی کردیم و به ترتیب از نماد $a^{(i)}$ و $a^{(E)}$ جهت تعیین این نواحی استفاده کردیم. آنها متغیرهای تصادفی با توزیع های متمایز احتمال هستند. زمانی قوانین جدید مقیاس بندی تدوین شده ما به آسانی قابل درک خواهند شد که برحسب شبکه اصلاح و هرس شده بیان شوند. هرس و اصلاح شبکه پروسه حذف تمام جریان های مرتبه -1 از شبکه اصلی است. ما شبکه اصلاح شده را نوعی شبه شبکه متشکل از شبه اتصال ها می نامیم. این شبه شبکه میتواند برای تجزیه و واکتیب حوضچه به شبه شیب تپه ها استفاده شوند. پروسه اصلاح میتواند مکرراً در شبه شبکه جهت دستیابی به موزائیک فرش و مطابق با سطوح مختلف اصلاح استفاده شود. شکل 4 توالی موزائیک فرش های بدست آمده از اصلاح و هرس تکراری شبکه حوضچه مرتبه -3 کوارتز هیل نشان می دهد.

اتصال و زنجیره مهم بین مرتبه و رده بندی استراهلر و اصلاح شبکه را شناسایی کردیم. مشاهده کردیم که اصلاح یک بار شبکه تمامی جریان های مرتبه -1 را حذف می کند و به طور کلی اصلاح و هرس دو بار شبکه تمام جریان های مرتبه 2 و جریان های پایین را حذف میکند. بنابراین، شاخص i سطح فرضی تجزیه مطابق با مرتبه $w=i$ است و جریان های مرتبه پایین تر اصلاح و هرس می شوند. به عبارت دیگر، تجزیه سطح 0 مطابق با عدم اصلاح، تجزیه و واکتیب سطح 1 مطابق با حذف جریان های مرتبه 1، واکتیب سطح 2 مطابق با حذف جریان های مرتبه 1 و 2 است. بنابراین، ناحیه شبه -شیب تپه با واکتیب سطح شبه اتصال های بیرونی دقیقاً مطابق با ناحیه بالا دست مرتبه کامل $w=i+1$ جریان ها در شبکه اصلی است.

حال اقداماتی را جهت بسط قانون تعمیم یافته ناحیه زهکشی هورتون جهت تهیه آزمون حساس الگوریتم های درونی انجام میدهم. اگر A_w ناحیه زهکشی حوضچه دارای مرتبه w را مشخص کند، آنگاه صورت کلاسیک

قانون ناحیه زهکشی هورتون نسبت $E[A_{w+1}]/E[A_w]=R_A$ را بیان میکند که $E[\]$ در این عبارت امید مستقل از w مشخص می شود و R_A نسبت ناحیه بالا دست هورتون است. پیکهام و کوپیتا (1999) ثابت کردند که نواحی بالا دست جریان های مرتبه کامل مقیاس بندی ساده آماری (SSS) را نشان میدهد. این ویژگی جهت تعیین قانون مناطق هورتون با اثبات عبارت زیر استفاده شد.

(1)

$$A_{w+1}^d R_A R_w$$

که d به منزله تساوی توزیع است. مشاهده میکنیم که قانون تعمیم یافته مساحت هورتون مقیاس بندی آماری سطوح مختلف اصلاحات شبه تپه های بیرونی را توضیح می دهد. تکنیک چند سطحی موزائیک کاری امکان بسط مفهوم قانون تعمیم یافته هورتون را با بررسی مشخصات مقیاس بندی آماری شبه شیب تپه های داخلی برای ما فراهم می سازد. این تحلیل را قانون گسترده و تعمیم یافته ترکیب شبکه هورتون می نامیم که در $A_{(t)}^{(E)}$ و $A_{(t)}^{(I)}$ اجرا می شوند و به ترتیب مناطق شبه شیب بیرونی و داخلی را در سطح اصلاح و هرس $w-1$ نشان می دهند. قانون های گسترده تعمیم یافته هورتون با رابطه زیر بیان می شوند

$$A_{w+1}^{(E)} = d R_A A_{(i)}^{(E)} \text{ و } A_{w+1}^{(E)} d R_A A_w^{(i)} \quad (2)$$

که $R_A = E [A_{w+1}^{(E)}] / E [A_w^{(E)}] = E [A_{w+1}^{(I)}] / E [A_w^{(I)}]$ مستقل ثابت w و از نوع شبه - شیب تپه است و $A_w^{(E)} \neq d A_w^{(I)}$ است.

به منظور توضیح قانون های مبسوط هورتون تحلیل آماری فوق ل ذکر را در مورد 8 حوضچه دو مرتبه ای در آمریکا انجام دادیم: (1) حوضچه 5177-km² Walnut Creek در جنوب غربی کانساس و (2) حوضچه 4908-km² North Frk Kentucky در شمال کنتاکی. توجه کنید که براساس تعریف عبارت $A_w^{(E)} \equiv A_w$ درست و صادق است. شکل های 5 و 6 نتایج تحلیل این دو حوضچه را نشان می دهند.

در شکل های 5 و 6 مشاهده میکنیم که مقیاس های مشاهده شده در تحقیقات قبلی شبه - شیب تپه های بیرونی نیز در مورد شبه شیب تپه های داخلی صادق است. اولاً، نقشه های میانگین مساحت شبه - شیب تپه ترسیم شده در مقیاس تبدیل شده لگاریتمی در برابر مرتبه هر دو شبه شیب تپه های داخلی و بیرونی از نوع

خطی هستند. همچنین، شیب ها در هر دو رابطه خطی یکسان هستند. مقادیر برآورد شده R_A شبکه رودخانه Walnut Creek و کنتاکی به ترتیب 4.78 و 4.74 است. بالاخره، مناطق شبه شیب تپه مقیاس بندی شده توسط میانگین های آنها دارای توزیعاتی مستقل از مرتبه هستند و توزیع های مناطق شبه شیب داخلی و بیرونی متفاوت می باشند. مفهوم و نظریه دامنه شبکه پیشنهادی شریو (1967) مانند مفهوم مناطق شبه شیب تپه می تواند اجرا شوند. این مفهوم شبه دامنه را به عنوان مجموع تعداد اتصالات روی شبکه اصلاح نشده و جایگذاری شده در داخل شبه شیب تپه تعریف میکند. شبه دامنه شبه شیب تپه های بیرونی مانند مناطق شبه شیب تپه دقیقاً مانند مفهوم اصلی دامنه هستند. ما سطح اصلاح $w-1$ شبه دامنه های شبه شیب تپه های داخلی و بیرونی را با عبارت های $M_w^{(I)}$ و $M_w^{(E)}$ نشان میدهم. شکل های 7 و 8 نتایج تحلیل دو حوضچه تحت بررسی را نشان میدهند. مقادیر برآورد شده R_M شبکه رودخانه Walnut و کنتاکی به ترتیب 4.67 و 4.52 هستند.

تحلیل ما ثابت میکند که :

(3)

$$M_{w+1}^{(I)} = R_M M_w^{(I)} \text{ و } M_{w+1}^{(E)} = R_M M_w^{(E)}$$

که $R_M = E[M_{w+1}^{(E)}] / E[M_w^{(E)}] = E[M_{w+1}^{(I)}] / E[M_w^{(I)}]$ ثابتی مستقل از w و از نوع شبه شیب تپه است.

همچنین متوجه شدیم که $M_w^{(E)} \neq M_w^{(I)}$ است. توکیونگا (2003) استقلال مقیاسی نسبت R_M کاشی های داخلی را در تحلیل اصول فیزیکی خواص موزائیک حوضچه های زهکشی بررسی کرد.

توزیع مناطق شبه شیب تپه و شبه دامنه میتواند با تایید دامنه های $M_w^{(I)}$ و $M_w^{(E)}$ برای مجموع مساحت شبه - شیب تپه های داخلی و بیرونی به یکدیگر متصل شوند و به صورت زیر نگارش شوند.

(4)

$$A_w^{(E)} = \sum_{j=1}^{M_w^{(E)}} a_j^{(E)} + \sum_{j=1}^{M_w^{(E)}-1} a_j^{(I)}$$

(5)

$$A_w^{(I)} = \sum_{j=1}^{M_w^{(I)}} a_j^{(E)} + \sum_{j=1}^{M_w^{(I)}-1} a_j^{(I)}$$

که $a_j^{(E)}$ و $a_j^{(I)}$ به ترتیب مناطق شیب تپه داخلی و بیرونی هستند. میتوانم مجموع ها را ضرب کرده و بر مجموع تعداد عبارت ها تقسیم کنیم

(6)

$$A_w^{(E)} = \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(E)}} a_j^{(E)}}{M_w^{(E)}} M_w^{(E)} + \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(I)}-1} a_j^{(I)}}{M_w^{(E)} - 1} (M_w^{(E)} - 1)$$

(7)

$$A_w^{(I)} = \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(I)}} a_j^{(E)}}{M_w^{(I)}} M_w^{(I)} + \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(I)}+1} a_j^{(I)}}{M_w^{(I)} + 1} (M_w^{(I)} + 1)$$

رفتار مجانبی این مجموعه با بزرگ تر شدن w می تواند از نتایج معتبر این دسته نوشته استنتاج شوند. ابتدا،

ویتزر و گوپتا (2000) رفتار مجانبی شبکه $M_w^{(E)}$ RSN را به عنوان $\infty \rightarrow$ بررسی کردند و عبارت زیر را با

احتمال 1 ثابت کردند

(8)

$$\frac{M_w^{(E)}}{R_M^{w-1}} \rightarrow W_M^{(E)}$$

که $W_M^{(E)}$ متغیر تصادفی مستقل از w است. تروتمن (2005) ثابت کرد که همگرایی با احتمال 1 نیز در مورد

عبارت $M_w^{(I)}$ صادق است. سپس قاعده عدد بزرگ $M_w^{(E)}$ و $M_w^{(I)}$ تحت شرایط بسیار کلی متغیر تصادفی

$a_j^{(E)}$ و $a_j^{(I)}$ را با بزرگ شدن $M_w^{(E)}$ و $M_w^{(I)}$ تایید میکند به طوری که

(9)

$$\lim_{w \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(E)}} a_j^{(E)}}{M_w^{(E)}} = \mu_a^{(E)}$$

$$\lim_{w \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(E)}-1} a_j^{(I)}}{M_w^{(E)}} = \mu_a^{(I)}$$

این عبارت نوع همگرایی توزیع احتمال متغیر تصادفی را نشان میدهد. برای اطلاع از توضیحات فنی عبارت به

مقاله روس (2010) مراجعه کنید

(10)

$$\lim_{w \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(I)}} a_j^{(E)}}{M_w^{(I)}} = \mu_a^{(E)}$$

و

$$\lim_{w \rightarrow \infty} \frac{\sum_{j=1}^{M_w^{(I)}+1} a_j^I}{M_w^{(I)} + 1} = \mu_a^{(I)}$$

با احتمال 1 ثابت می شود. عبارت زیر پس از ترکیب این نتایج بدست می آید

(11)

$$\frac{A_w^{(E)}}{(\mu_a^{(E)} + \mu_a^{(I)}) R_M^{w-1}} \rightarrow W_M^{(E)}$$

و

$$\frac{A_w^{(I)}}{(\mu_a^{(E)} + \mu_a^{(I)}) R_M^{w-1}} \rightarrow W_M^{(I)}$$

با احتمال 1 ثابت می شوند.

زمانی این نتایج منجر به تساوی های زیر می شود که مقدار W بزرگ باشد

(12)

$$\frac{A_w^{(E)}}{(\mu_a^{(E)} + \mu_a^{(I)}) R_M^{w-1}} \stackrel{d}{=} \frac{M_w^{(E)}}{R_M^{w-1}}$$

و

$$\frac{A_w^{(I)}}{\left(\mu_a^{(E)} + \mu_a^{(I)}\right) R_M^{w-1}} = \frac{M_w^{(I)}}{R_M^{w-1}}$$

اگر مناطق شیب تپه از نظر آماری مستقل از انشعاب شبکه باشند، آنگاه براساس معادله های (4) و (5) میتوانیم

عبارت زیر را ثابت کنیم $E[A_w^{(I)}] \sim \left(\mu_a^{(E)} + \mu_a^{(I)}\right) E[M_w^E]$ و $E[A_w^{(E)}] \sim \left(\mu_a^{(E)} + \mu_a^{(I)}\right) E[M_w^E]$

معادل مجانبی w بزرگ را نشان می دهد. بنابراین، از عبارت زیر برای دستیابی به w

بزرگ استفاده میکنیم

(13)

$$\frac{A_w^{(E)}}{E[A_w^{(E)}]} = \frac{M_w^{(E)}}{E[M_w^{(E)}]}$$

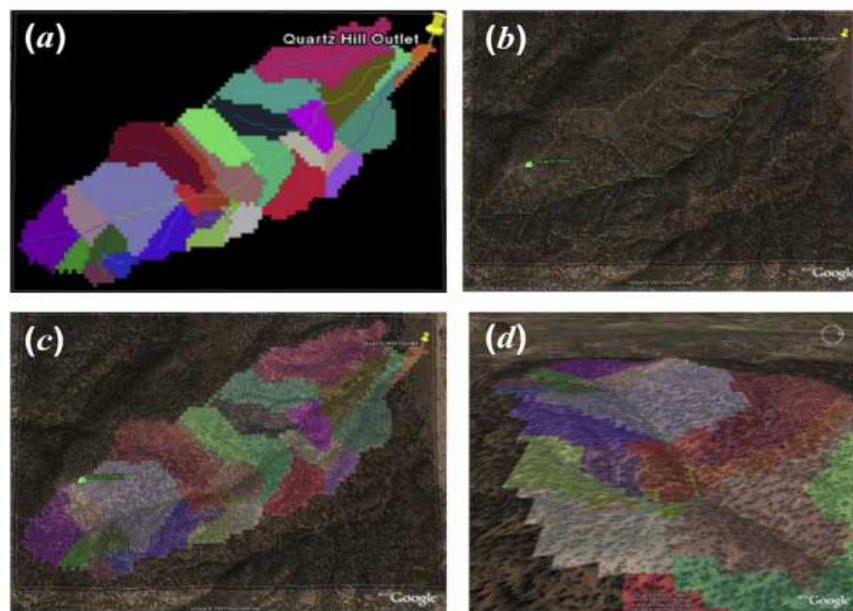
و

$$\frac{A_w^{(I)}}{E[A_w^{(I)}]} = \frac{M_w^{(I)}}{E[M_w^{(I)}]}$$

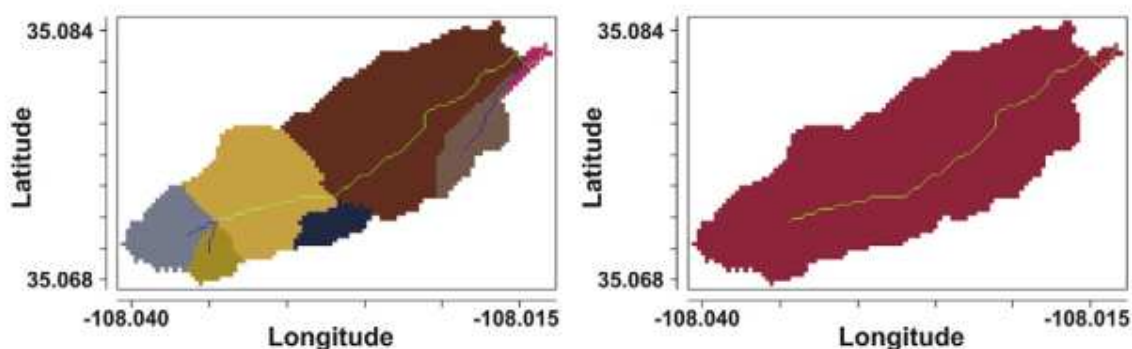
این نتیجه گیری را در دو حوضچه خود با استفاده از موزائیک کاری و مطابق با مرتبه های 3،4 و 5 آزمایش و بررسی میکنیم. آزمون های Kolmogorov-Smirnov را جهت تایید فرضیه های تساوی توزیعی در هر دو مورد انجام دادیم و نقشه های چندک چندک (QQ) را در شکل های 4 و 5 ترسیم کردیم (2006.NIST/SEMATECH).

قانون های مقیاس بندی بیان شده در این مقاله پیامدهای مستقیم سازه همسان و خود مشابه شبکه رودخانه بدست آمده از مدل RSN است. مانتیلا و همکاران (2010) فرضیه خود شباهتی 30 حوضچه را آزمایش کردند و اعتبار فرضیه های خود شباهتی را در مورد 26 حوضچه تایید کردند. این نشان میدهد که مجموعه ای از حوضچه ها از مقیاس شبه - شیب تپه داخلی پیروی می کنند. بنابراین، نتایج بیان شده در این مقاله به دو حوضچه مورد بررسی و مورد انتخاب ما محدود نمی شوند. مجموعه داده های 30 حوضچه استفاده شده توسط (مانتیلا و همکاران 2010) همراه با نرم افزار منبع باز جهت محاسبه این خواص در وب سایت <http://www.iihr.uiowa.edu/~ricardo/cuencas/cuencas-download.htm> ارائه شده است.

ما در بخش زیر به بررسی دو الگوریتم درونی و تعبیه شده و استفاده از قانون های مبسوط مقیاس بندی هورتون جهت بررسی و آزمایش توانایی آنها در تکرار مشخصات ریخت شناسی مشاهده شده در زمین های واقعی می پردازیم.

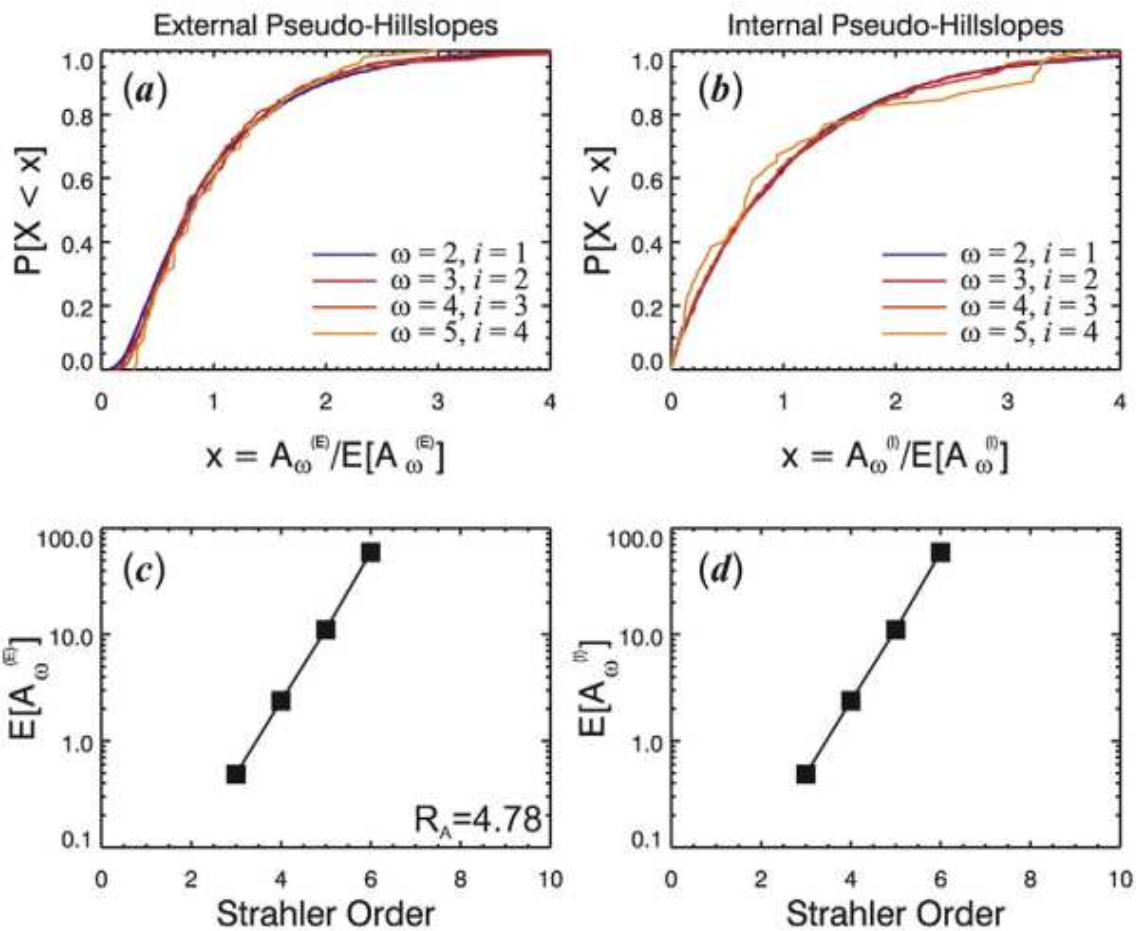


شکل 3: a حوضچه مرتبه 3 و 213km^2 حوضچه تپه کوارتز مکزیک مرکزی که شیب تپه های آن با استفاده از الگوریتم مانتیلا و پیپتا (2005) تجزیه شدند. (b) شبکه رودخانه ای قرار گرفته روی عکس هوایی این منطقه توسط Google Earth TM گرفته شده است (c) شفافیت واحدهای شیب تپه روی پانل نشان داده شده است (a) روی همان عکس هوایی قرار گرفته است و (d) نما سه بعدی انحنا زمین مجاور اتصالات شبکه رودخانه زمین محدب و برجسته روی شیب تپه ها و زمین مقعر را در منطقه کانال کشی شده نشان می دهد.

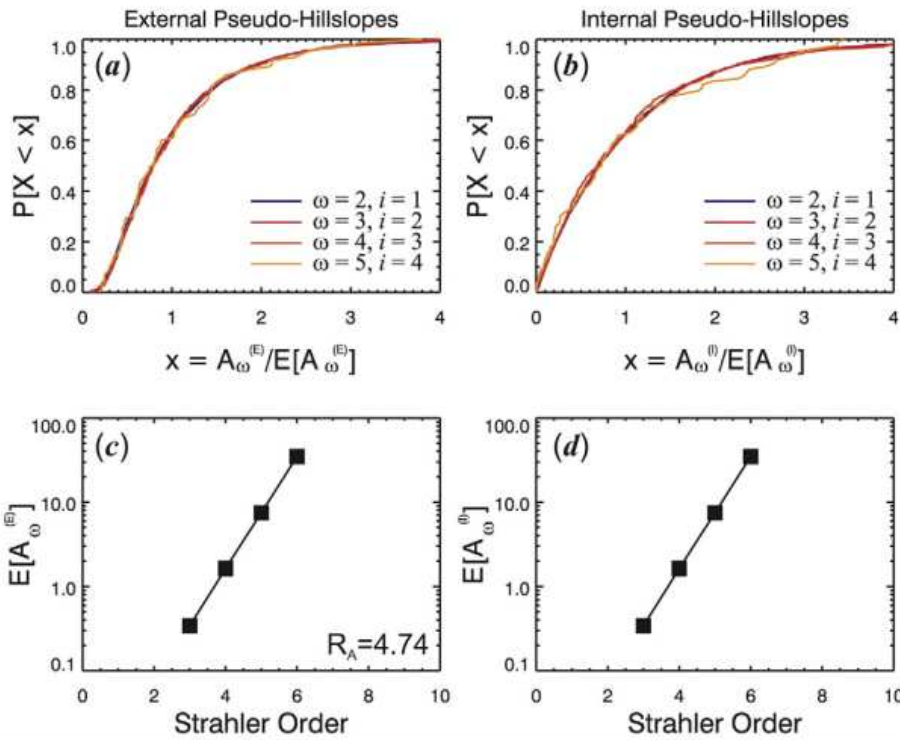


شکل 4: تجزیه و واترکیب حوضچه به شبه - شیب تپه با استفاده از شبه شبکه تهیه شده از سطوح متوالی

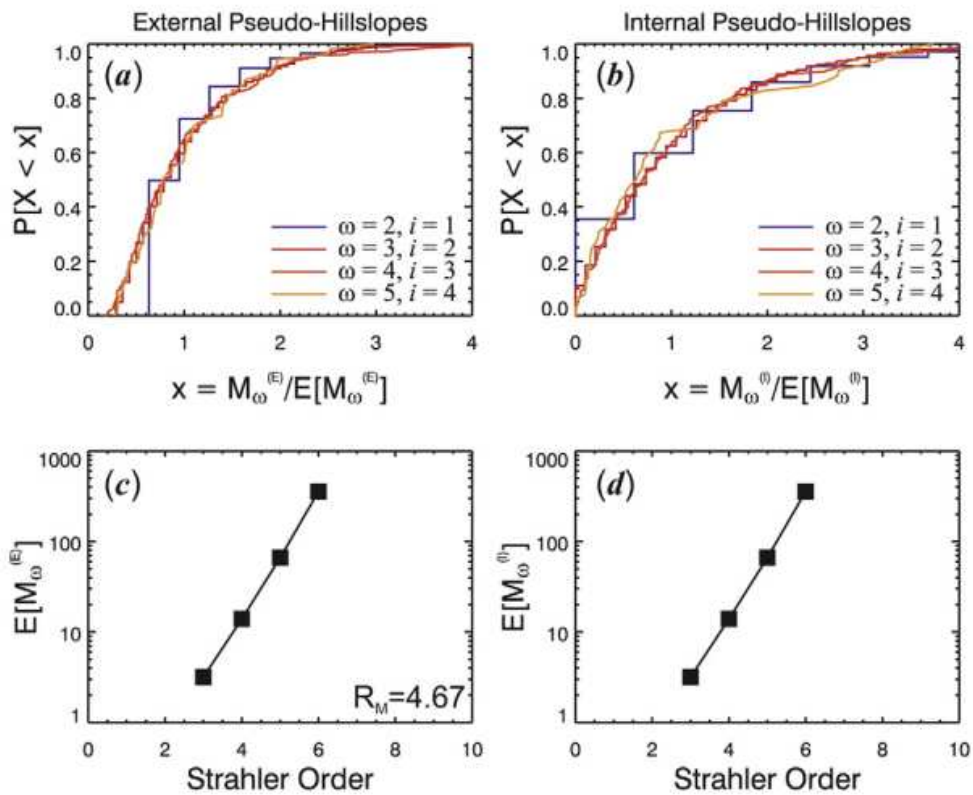
اصلاح و هرس شبکه



شکل 5: تحلیل قانون گسترده تعمیم یافته مناطق حوضچه رودخانه Walnut Creek در جنوب شرقی کنساس. نقشه های c و d میانگین مساحت شبه - شیب تپه را (روی مقیاس لگاریتمی) به عنوان تابعی از مرتبه استهلاک نشان میدهند، RA با توان دهی به شیب در رابطه خطی محاسبه می شود. شکل های (a و b) مقیاس بندی میانگین توزیع های منطقه شبه شیب تپه را در مرتبه های مختلف نشان میدهند: تلاشی و فروریختگی توزیع ها در منحنی مجزا ویژگی SSS را نشان میدهد.

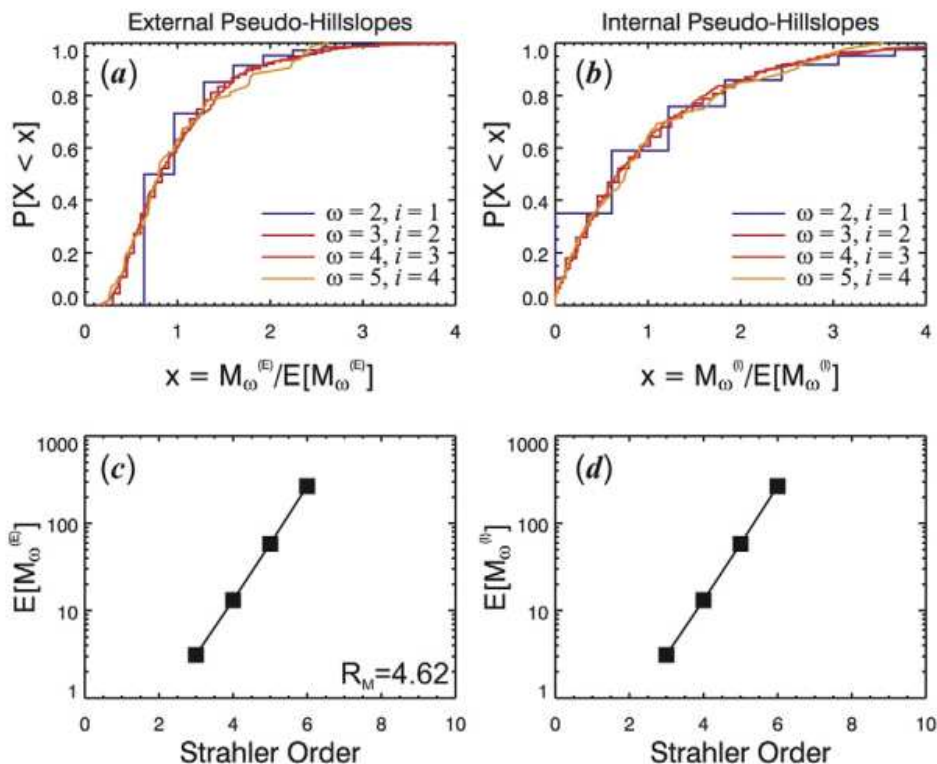


شکل 6: تحلیل قانون های گسترده و تعمیم یافته مناطق حوضچه رودخانه کنتاکی در کنتاکی جنوبی



شکل 7: قانون گسترده و تعمیم یافته هورتون در مورد تحلیل شبه دامنه های حوضچه رودخانه Walnut

Creek کنسانس جنوبی



شکل 8: قانون مبسوط تعمیم یافته تحلیل شبه دامنه های رودخانه کنتاکی هورتون واقع در جنوب غربی

کنتاکی

4- الگوریتم های تعبیه شده و درونی

هدف اصلی این بخش از مقاله ارایه دو الگوریتم است که دو استراتژی احتمالی درونی و تعبیه شده را رمز گشایی میکند. اولین استراتژی همان استراتژی از بالا به پایین است که در آن زمین به طور همزمان با پروسه تولید شبکه رودخانه تقسیم و تفکیک می شود. این روش ابتدا توسط ویتزر (1999) ارایه شد و در این مقاله برای تکمیل آن بیان شده است. سپس، استراتژی از پایین به بالا توضیح داده می شود. متدولوژی از پایین به بالا را در سه بخش با هدف زیر توضیح می دهیم (1) انگیزه طراحی و توسعه الگوریتم، (2) توصیف فنی الگوریتم و (3) برخی از کاربردهای الگوریتم

4-1 الگوریتم درونی از بالا به پایین (TDE)

ویتزر (1999) الگوریتمی را جهت جایگذاری RSN ها در ناحیه دو بعدی مبتنی بر شکست تکراری منطقه طراحی کرد. الگوریتم موزائیک کاری وی با منطقه اصلی محصور شده توسط یک چهار ضلعی آغاز می شود و

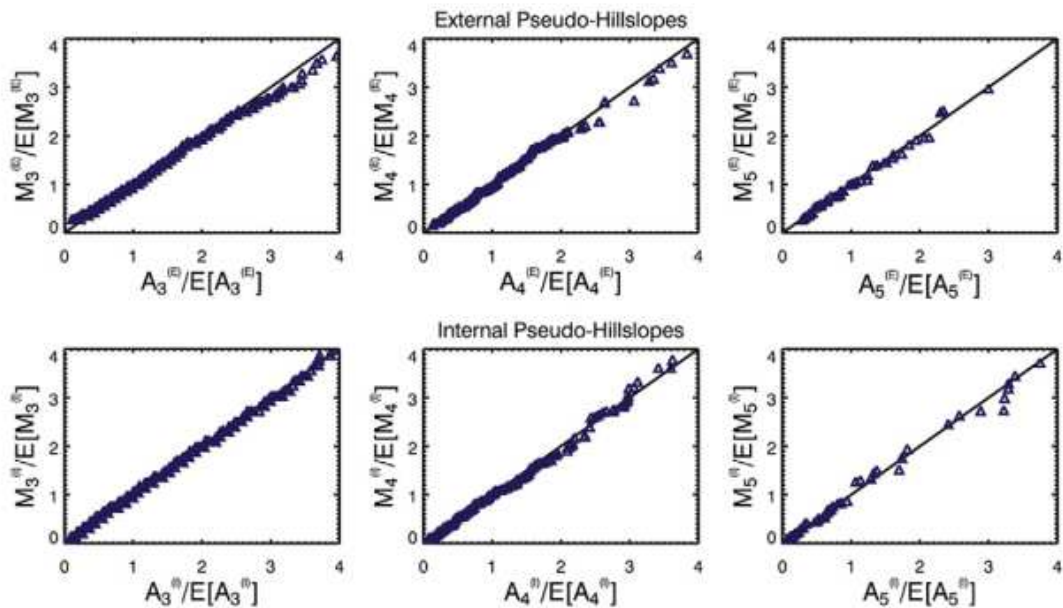
سپس پروسه جایگشت برگشتی مورد استفاده در ساخت RSN به منظور تقسیم منطقه اولیه به بخش های مختلف ادامه می یابد. در مرحله اول، اگر تولید کننده تعیین کننده جایگذاری یک تکراری دارای k اتصال باشد ($k=2m+1$)، آنگاه m عدد گرهای داخلی خواهد بود (شکل 2a)، و سپس منطقه اصلی به k زیر بخش تقسیم می شود که هر یک با یک چهار ضلعی محصور می شوند. شکست با اطلاع از شکل چند ضلعی اولیه و تعداد زیر بخش های k ، با استفاده از قانون قطعی ویتزر (1999) انجام می شود. سپس این پروسه به شیوه تکراری و با استفاده از تولید کننده های تصادفی نمونه گیری شده تکرار می شوند که زیر بخش هر یک از مراحل وابسته به تعداد گره ها در تولید کننده جا گذاری شده و کسری از منطقه هر یک از اتصالات ها و زنجیره های تولید کننده توصیه شده به وسیله قاعده قطعی است. این الگوریتم را الگوریتم درونی از بالا به پایین (TDE) می نامیم زیرا مناطق در مقیاس بزرگ ابتدا بدون توجه به انشعاب متوالی تعیین می شوند که در مقیاس های کوچکتر رخ می دهند.

نمونه RSN شکل 11 را به منظور درک بهتر الگوریتم بررسی میکنیم که در آن تولید کننده های $E1$ جایگزین اتصال های بیرونی و 13 تولید کننده با احتمال 1 جایگزین اتصال های داخلی میشوند (برای درک بهتر مفهوم تولید کننده به شکل 2 مراجعه شود). پروسه جایگشت در شکل 11 با یک اتصال شروع می شود، تولید کننده $E1$ جایگزین اتصال می شود. تولید کننده های $E1$ در مرحله بعد جایگزین اتصال ها و زنجیره های بیرونی می شوند، در حالی که 13 تولید کننده جایگزین اتصال های داخلی می شوند. مجموع تعداد اتصال ها در درخت پس از یک تکرار به 63 اتصال و زنجیره می رسد. ما با پیروی از قانون تولید کننده های نمونه گیری شده، الگوریتم TDE را در منطقه شکل 12a اجرا میکنیم. منطقه اولیه چهار ضلعی به سه زیر مساحت چهار ضلعی تقسیم می شود. سپس مناطق فرعی بیرونی به سه منطقه فرعی تقسیم می شوند و مناطق فرعی داخلی به 7 منطقه فرعی تقسیم می شوند. منطقه اولیه پس از 2 تکرار به 63 موزائیک تقسیم می شود (شکل 12d).

ویتزر (1999) خواص توزیع آماری منتجه مناطق را در موزائیک کاری نهایی با استفاده از این الگوریتم بررسی می کند. او گزارش کرد که موزائیک فرش در اکثر نمونه های بررسی شده " دیورژانس یا واگرایی " بین بزرگترین و کوچکترین مقدار منطقه نشان می دهد که از نظر تجاری در مناطق شیب تپه حوضچه طبیعی

رودخانه مشاهده نشد. این مشخصه می تواند با ارتباط روش موزائیک کاری به صورت گرایب آبخار چند شکافی تفسیر شود که در آن تراکم و انباشتگی توده ای این نوع واگرایی را نشان می دهد، تفسیر شود.

به روشی توجه کنید که در آن تخصیص نواحی مناطق فرعی به هریک از مراحل الگوریتم TDE جزء اصلی الگوریتم را تشکیل می دهند. این پروسه در الگوریتم ویتزر (1999) با قانون قطعی مورد استفاده در چهار ضلعی های شکسته کنترل می شود. مناطقی از نواحی فرعی تولید شده به وسیله این شکستگی برابر نیستند، بلکه در حقیقت کنترل صریح این نواحی فرعی در هر مرحله با این الگوریتم مشکل است. ما به منظور بررسی دقیق تر این مسئله، آزمایشی را با مدل RSN انجام دادیم که در آن به فرود آینده های اتصال دنبال کننده پروسه جانشینی نسبت مشابه و یکسانی از منطقه اختصاص داده شده بود. شبکه ها در محل جای گذاری نشدند، و توانستیم توزیع منطقه شبه - شیب تپه منتهی را در هر یک از تکرارها بررسی کنیم. فرض شد که تعداد گره های داخلی (شکل 2) در تمامی تولید کننده ها دارای توزیع است که توزیع هندسی تولید کننده داخلی با $P(K_e=K_e)=p_e(1-p_e)^{K_e-1}, K_e \geq 1$ و $P(k_i=k_i)=p_i(1-p_i)^{k_i}, k_i \geq 0$ و با پارامترای $P_i=0,42$ و $P_e=0,49$ بدست می آید. متغیر تصادفی K_i را به عنوان عدد گره های داخلی در تولید کننده های داخلی و و متغیر تصادفی K_e را به عنوان تعداد گره های داخلی در تولید کننده های بیرونی تعریف میکنیم (انواع گره ها را در شکل 2 مشاهده کنید). توجه داشته باشید که شرط $K_e \geq 1$ تولید کننده های بیرونی از نوع تولید کننده های مورد استفاده ما تبعیت می کنند. بنابراین، فرض می شود که متغیرهای تصادفی K_i و K_e-1 به ترتیب دارای توزیع احتمال هندسی با پارامترهای P_i و P_e هستند. توزیع هندسی مانتیلا و همکاران (2010) برای الگو برداری شبکه های واقعی رودخانه ای مناسب هستند. توزیع های $A^{(E)}_w/E[A^{(E)}_w]$ و $A^{(I)}_w/E[A^{(I)}_w]$ پس از 10 تکرار تثبیت می شوند و ما در شکل 13 این توزیع های ثابت را با توزیع های مقیاسی شبه دامنه $M^{(E)}_w/E[M^{(E)}_w]$ و $M^{(I)}_w/E[M^{(I)}_w]$ مدل RSN مقایسه کردیم. توزیع های شبه - شیب تپه های بیرونی و داخلی متفاوت هستند، و این تفاوت نشان می دهد که تخصیص دقیق نسبت برابر مساحت به مناطق فرعی در هر یک از مراحل ساخت RSN توزیع های محیط شبه - شیب تپه را هسمو با توزیع های شبه دامنه ارایه نمی دهد. این همسویی همانطور که قبلاً ثابت شد در مورد حوضچه های حقیقی وجود دارد.



شکل 9: نقشه های چندک - چندک توزیع های شبه دامنه و شبه - شیب تپه را در سطوح هرس و اصلاح 2،3 و 4 (w=3,4,5) رودخانه Wainut Creek در کنسانس مقایسه میکند.

4-2 الگوریتم تعبیه شده و درونی پایین به بالا (BUE)

4-2-1 انگیزه توسعه الگوریتم BUE

رویکرد جدید درختان تعبیه شده و درونی را به نام الگوریتم های درونی پایین به بالا (BUE) در این بخش توضیح می دهیم. برچسب "از پایین به بالا" به این حقیقت اشاره دارد که ضریب الگوریتم ها در پروسه انشعابی جهت تعیین مقیاس بزرگتر مساحت و مناطق در مقیاس های کوچک رخ می دهد. به منظور درک علت این مهم، ابتدا نتیجه تحقیق تروتمن (2005) را بررسی میکنیم. وی ثابت کرد که تعداد مجانبی فرود آینده های اتصال های داخلی مدل RSN به طور متوسط متفاوت از تعداد فرود آینده های اتصالات بیرونی است و نسبت بین میانگین این عدد ها میتوانند با توزیع تعدد گره ها در تولید کننده ها مقیاسه شوند. مثلاً در آزمایش پاراگراف قبلی مشاهده کردیم که اتصال های بیرونی به طور متوسط 2.29 بار بیشتر از فرود آینده های داخلی افزایش می یابند. این نشان می دهد که باید به موزایک های بیرونی در دورنی سازی فضایی RSN بدست آمده از $P_I=0.42$ و $P_E=0.49$ به منظور حفظ تراکم نسبتاً ثابت زهکشی و بر خلاف تخصیص مساحت ارایه شده در TDE باید 2.29 بار مساحت بیشتری از کاشی های داخلی داده شود. آزمایش انجام شده در بخش قبلی با این

اصلاح تکرار شد (نتایج این آزمایش در این مقاله بیان نشده است)، اما دوباره اختلاف بین توزیع های مساحت شبه دامنه و شبه شیب تپه ر مشاهده کردیم. مسئله و مشکل این است که تخصیص مساحت مبتنی بر میانگین تعداد فرود آینده ها برای تضمین مقیاس بندی مساحت صحیح و درست کافی نیست.

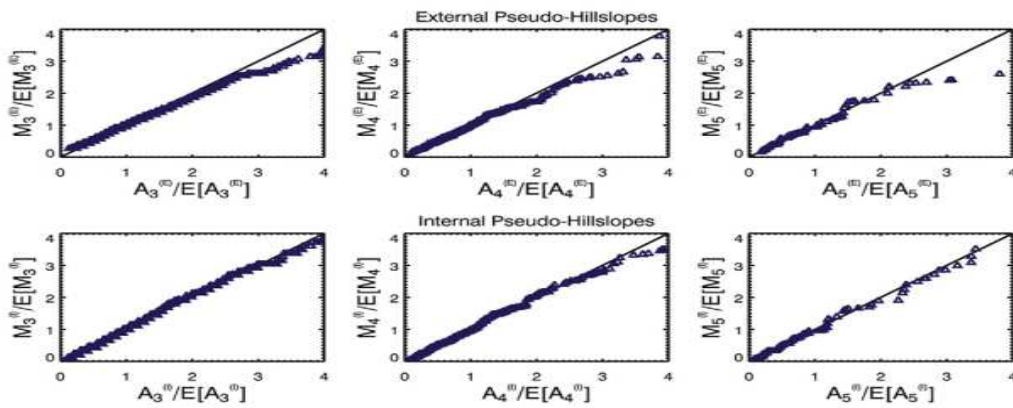
حال نظریه تخصیص نابرابر مساحت منطقه فرعی را تا یک مرحله بیشتر جهت ادغام و یکپارچه سازی اطلاعات بیشتر انشعاب های کوچک مقیاس در مقیاس بزرگتر ادامه می دهیم. فرض کنید که شبکه ای با مرتبه فرضی تولید شده توسط مدل RSN باید جایگذاری شود. اگر کل شبکه توپولوژیکی ابتدا تولید شود (تا سطح از پیش تعیین شده) و نواحی شیب تپه به هر یک از اتصال های شبکه منتجه تخصیص داده شوند، آنگاه مناطق شبه - شیب تپه در هر سطح i می توانند با جمع بندی مساحت های اولیه شبه شیب تپه محاسبه شوند. جاسازی میتواند به شیوه تکراری قبلی انجام شود، اما در هر مرحله مساحت دقیقی که باید به هر یک از اتصال های تولید کننده تخصیص داده شوند از قبل مشخص و معلوم است. این پروسه ضامن تولید درختی با شبه دامنه های مناسب و با مساحت شبه تپه در تمامی مقایسه ها می شود، بنابراین نواحی بالا دست خواص مقیاس بندی و درجه بندی دامنه ها را به ارث خواهند برد. این حالت و خاصیت در هر تکرار در کل درخت و مساحت معلوم و مشخص اولیه شیب تپه ماهیت الگوریتم BUE است که در این مقاله به بررسی آن می پردازیم.

توپولوژی و مساحت شیب تپه دو ورودی مهم الگوریتم BUE هستند. اگر مدل RSN شبکه رودخانه ای را تولید کند، آنگاه شبه دامنه های بیرونی مقیاس بندی (نشان داده شده در معادله 9) را نشان خواهند داد، و شبه دامنه های داخلی به شیوه مشابه درجه بندی و مقیاس بندی خواهند شد. شرط کافی برای اینکه مناطق شبه شیب تپه مقیاس بندی مشابه دامنه ها را نشان دهند این است که معادله های (9) و (10) (قانون اعداد بزرگ) در مورد مساحت شیب تپه صدق می کند و اثبات این معادله ها وابسته به فرضیه های مساحت شیب تپه است. آنها در صورت ثابت بودن مساحت شیب تپه های $a_j^{(I)}$ و $a_j^{(E)}$ به آسانی تایید می شوند. مورد واقع بینانه تر این است که هر یک مجموعه ای از متغیرهای مستقل و تصادفی یکسان توزیع شده (i.i.d) باشند (که نیز مستقل از شبکه هستند). میدانیم که قانون اعداد نیز در برخی موارد مثل در زمان وجود همبستگی در جمعووندها به ویژه در زمان وجود همبستگی ضعیف صدق می کند.

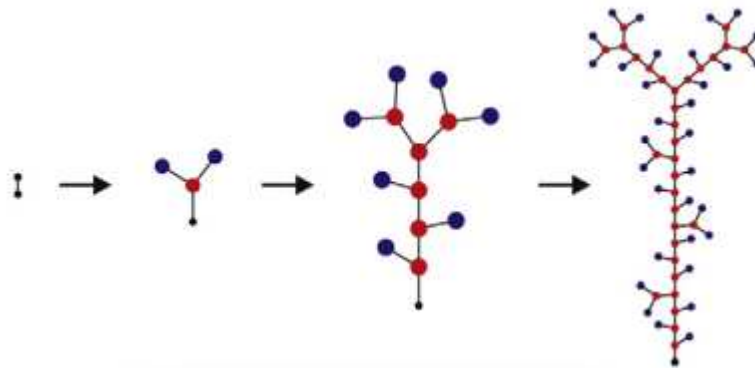
یکی از منابع آشکار همبستگی بین مناطق شیب تپه که در شبکه های درونی با الگوریتم BUE مطرح می شود نتیجه وجود فضا محدودی است که در آن شبکه تعبیه می شود. فرض کنید که جایگذاری شبکه در منطقه محدود مطلوب است و مساحت شیب تپه با استفاده از مدل i.i.d شبیه سازی می شوند. از آنجایی که مجموع مساحت شیب تپه باید برابر با مجموع مساحت جاده های شبکه باشد، هر یک از مساحت های شیب تپه باید به گونه ای با مجموع مساحت شیب تپه مقیاس بندی شود که این برابر ثابت شود. انجام این کار منجر به همبستگی بین مساحت شیب تپه می شود، البته همبستگی اندک این نمونه ها ثابت شده است.

ما شبیه سازی های کامپیوتری را انجام دادیم که در آن فرض شد که در این شبیه سازی شبکه مورد نظر به وسیله مدل RSN تولید شده و مساحت شیب تپه (1) ثابت بوده، (2) متغیرهای تصادفی و نمایی توزیعی بودند و (3) همبسته بودند، i.i.d، مساحت نمایی شیب تپه با مجموع مساحت ها درجه بندی شد). شکل 14 توزیع مساحت درجه بندی شده شبه -شیب تپه را در 5 مرحله اول تکرار سناریو (2) نشان می دهد. همگرایی سریع توزیع مستقل -مقیاس را که نیز در نمونه سناریو های (1) و (3) وجود داشت، مشاهده کردیم. همچنین تایید کردیم که توزیع مساحت مقیاس بندی شده شبه -شیب تپه در تمام سه نمونه، پس از هشت تکرار، با توزیع شبه - دامنه درجه بندی شده یکسان است. نتیجه می گیریم که در این سه نمونه، اثر تغییر مساحت شیب تپه یا همبستگی بر اثر دامنه بندی یا تراکم برتری دارد و تصادفی در سیستم بر سازه انشعاب سیستم تفوق و برتری دارد.

بالاخره، توزیع مساحت های یافته شده در داده های توزیع ثابت و در الگوریتم BUE مقایسه کردیم. ما در شکل 15 نمودار Q-Q توزیع $A_w^{(I)}/E[A_w^{(I)}]$ و $A_w^{(E)}/E[A_w^{(E)}]$ بدست آمده از داده ها و از مرتبه های BUE w=3,4,5 ثابت طرح کردیم. تطابق بارز یافت شده نشان میدهد که سازه انشعابی شبکه ماهیت آماری مساحت های شبه شیب تپه را مشخص میکند.



شکل 10: نقشه های چند ک - چندک توزیع های سطوح هرس و اصلاح 2،3،4 (w==2,3,4) مساحت های شبه دامنه و شبه شیب تپه حوضچه رودخانه کنتاکی را در ایالت کنتاکی مقایسه می کند.



شکل 11: نمونه ای از RSN که از اتصال های بیرونی تولید کننده های EI با احتمال 1 و 13 تولید کننده در اتصال داخلی با احتمال 1 استفاده میکند

4-2-2: توصیفی از الگوریتم BUE

الگوریتم BUE یک استراتژی بازگشتی جهت تقسیم مناطق با استفاده از اطلاعات تولید کننده های بازیابی شده است که شبکه را می سازند.

به منظور سهولت توصیف الگوریتم بازگشتی آن را در دو بخش توضیح می دهیم. بخش اول جاگذاری تولید کننده ساده در یک چند ضلعی است و بخش دوم جا گذاری یک درخت پیچیده را توضیح می دهد (که به تولید کننده های مختلف تقسیم شده است).

مراحل پیگیری جا گذاری تولید کننده آسان است و روش جایگذاری آنها در شکل 16 با استفاده از نمونه تولید کننده E2 توضیح داده شده است. حال این الگوریتم را الگوریتم ساده درونی و تعبیه شده درخت (STE) می نامیم. مراحل این پروسه به شرح زیر هستند :

1: مساحت مشخصی را به هر یک از اتصال های تولید کننده تخصیص دهید (مجموع مساحت اتصال ها باید برابر با مساحت چند ضلعی باشد).

2: ناحیه زیرین را با وارسی و پوشش رو به بالا از پایین ترین راس چند ضلعی تا زمان برابری مساحت با مساحت اتصال و زنجیره زیرین مشخص کنید. خط مورد استفاده در پروسه پوشش و جستجو را خط پوشش می نامیم.

3- موقعیت رودخانه را با اتصال راس چند ضلعی به میانه خط نهایی جستجو و پوشش اختصاص دهید. مکان و موقعیت دوم را گره اتصال می نامیم

4- ناحیه میانی دو اتصال بالا دست را با مساحتی برابر با مجموع این شاخه ها و انشعاب پیدا کنید (دو شاخه از نوع داخلی و بیرونی یا دو اتصال بیرونی هستند). خط جستجو و پوشش از آخرین مکان تعیین شده در مرحله قبلی به سمت بالا حرکت میکند.

5- منطقه فرعی را براساس مساحت های تخصیص داده شده به هر شاخه به دو موزائیک تقسیم تقسیم کنید. پروسه پیمایش با خط گسست و شکسته ای انجام می شود که مکان از پیش تعیین شده رودخانه و مرز ناحیه میانی را به یکدیگر متصل می کند.

6- مکان دو رودخانه را تعیین کنید. یک موضع به مرز ناحیه میانی متصل می شوند و دیگری به مرز منطقه میانی متصل نمی شود. مکان جدید مقطع گره جدید اتصال را ایجاد میکند.

7- بالاخره، مراحل (5، 4 و 6) را تا دستیابی به بالا چند ضلعی تکرار کنید. مکان دو اتصال نهایی بیرون در این مرحله تعیین می شود.

حال به اهمیت تعیین مکان گره اتصال بالایی روی خط پیمایش تاکید می شود. توجه داشته باشید که این نقطه گره اولیه خط شکست مورد استفاده در الگوریتم را تعیین میکند. همچنین توجه کنید که مرحله نهایی جایگذاری تولید کننده ساده با دو اتصال بیرونی پایان می یابد. حال توجه کنید که اگر یکی از دو اتصال نهایی از نوع اتصال داخلی تصور شود آنگاه اهمیت یا عدم اهمیت اتصال این ارتباط را به نقطه ای در مرز چند ضلعی که

مکان و موضع گره جدید اتصال را تولید میکند، بررسی کنید. این بررسی برای درک الگوریتم برگشتی ضروری است.

پس از توضیح جایگذاری درخت ساده به توصیف پروسه های جایگذاری برگشتی می پردازیم. مراحل پروسه به شرح زیر هستند :

(1) توالی تولید کننده های مورد نیاز ساخت توپولوژی را تعیین کنید (2) تعداد تکرارهای Ω مورد نیاز ساخت درخت را مشخص کنید. روش و ترکیب و تجزیه در مقاله ماتتیللا (2007) در متن *RSN* ها توضیح داده شده است.

(2) مساحت هر یک از اتصال های موجود در درخت را تعیین کنید

(3) اقدام به تقسیم منطقه محصور شده با چند ضلعی محدب به قطعات مختلف مثل تکرار 1 تولید کننده کنید. توجه داشته باشید که تکرار 1 تولید کننده مطابق با یکی از انواع تولید کننده در شکل $2a$ و از این رو، الگوریتم *STE* را در این منطقه اجرا می کنیم. باید به این حقیقت توجه شود که مجموع مساحت " اتصال های تولید کننده " با مجموع مساحت نتیجه آنها محاسبه و مشخص می شود. نتیجه زنجیره و اتصال e به عنوان تمامی زنجیره های تعریف می کنیم که از پروسه جانشینی آغاز شده از زنجیره e تخم ریزی و بذر افشانی می شود.

(4) هدف مرحله اول همانطور که در الگوریتم تولید کننده های ساده نشان داده شد تعیین ناحیه زیرین است.

(a) تکرار 2- تولید کننده های را که از زنجیره جایگذاری شده تخم ریزی و بذر افشانی میکنند، مشخص کنید. مراحل 4 و 5 را به شیوه برگستی در چند ضلعی موجود تا زمان دستیابی به تکرار 2 تولید کننده اجرا کنید. در این مرحله الگوریتم تولید کننده ساده فوق الذکر را اجرا کنید.

(b) حال از این مرحله به روش برگشتی تا زمان توزیع کامل منطقه زیرین بین زنجیره های تخم افشانی خارج شوید.

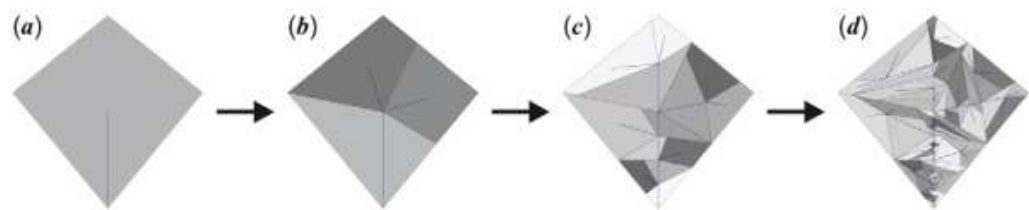
5- تعیین منطقه میانی همانطور که در الگوریتم *STE* بیان شد، هدف مرحله دوم است.

(a) تکرار 2 تولید کننده ای را تعیین کنید که در زنجیره جا گیری شده تخم افشانی می کند. مراحل (4 و 5) را به شیوه برگشتی تا زمان دستیابی به تکرار Ω تولید کننده در چند ضلعی جاری اجرا کنید. الگوریتم *STE* را در این مرحله اجرا کنید.

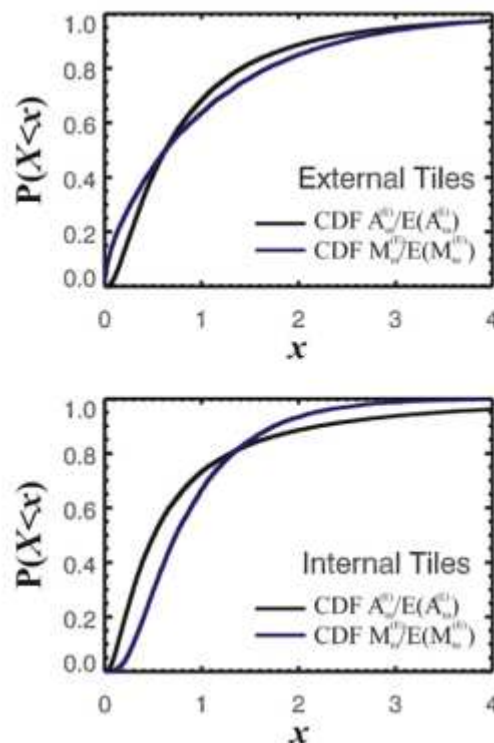
(b) حال از این مرحله تا زمان توزیع کامل منطقه میانی بین زنجیره های درخت تخم افشانی به روش برگشتی خارج شوید.

(6) منطقه بالایی را مشخص کنید و مراحل (3 و 4) را به روش برگشتی اجرا کنید.

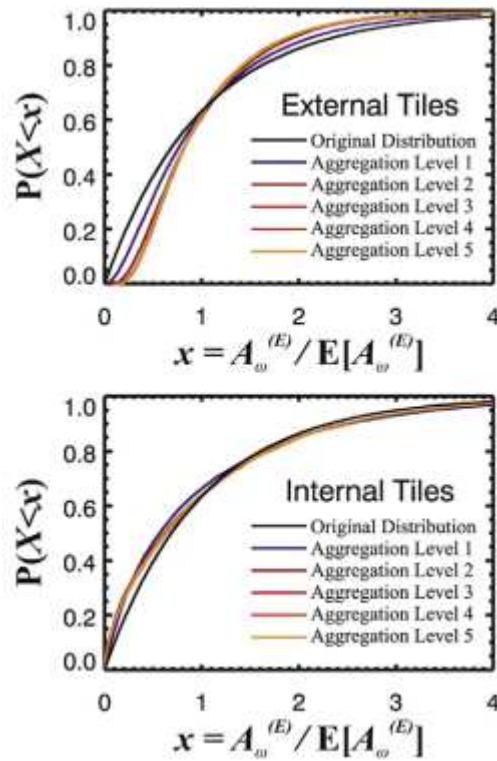
به ماهیت و کیفیت برگشتی الگوریتم نیاز می شود، زیرا، اگر چه، مجموع مساحت هر یک از مناطق فرعی مشخص است، اما مکانی که آب رودخانه از موزائیک و کاشی به بیرون جریان می یابد، بدرستی مشخص نیست. این پروسه می تواند با اجرا الگوریتم در توپولوژی های بسیار پیچیده بهتر توضیح داده شود. نمونه و مثال های از این پروسه در بخش بعدی این مقاله ارایه می شود.



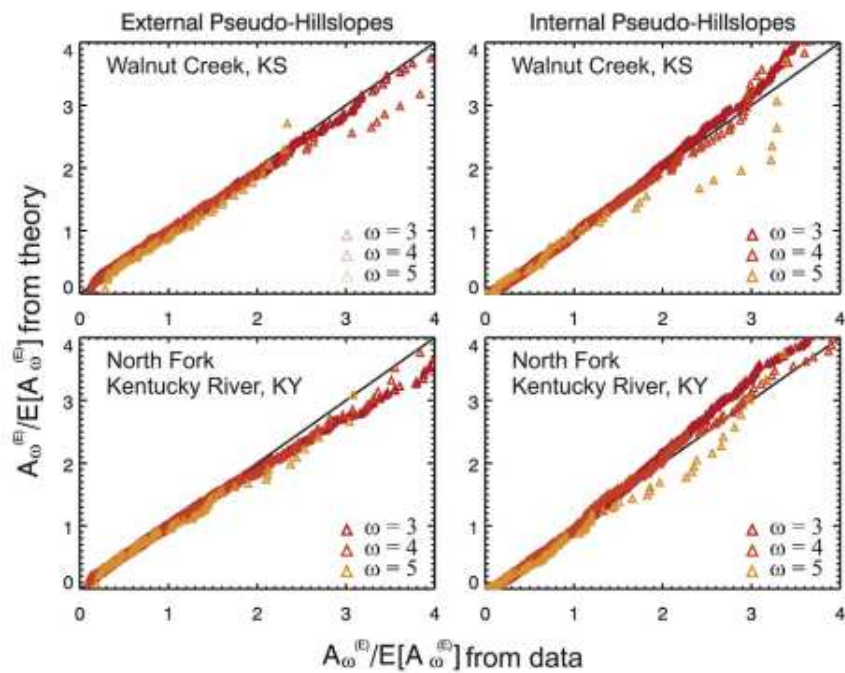
شکل 12: موزائیک کاری منطقه دو بعدی طبق الگوریتم TDE



شکل 13: توزیع ثابت منطقه موزائیک کاری و دامنه های تقسیم شده بر میانگین آنها

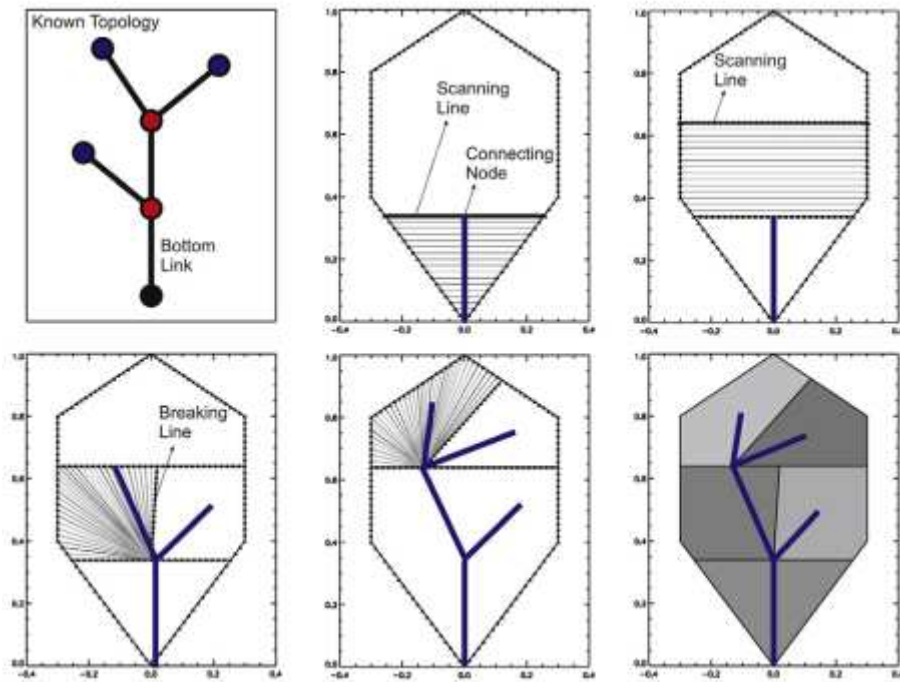


شکل 14: تابع توزیع تراکمی $A_w^{(E)} / E[A_w^{(E)}]$ و $A_w^{(I)} / E[A_w^{(I)}]$ در 5 مرحله متوالی پروسه دانه بندی

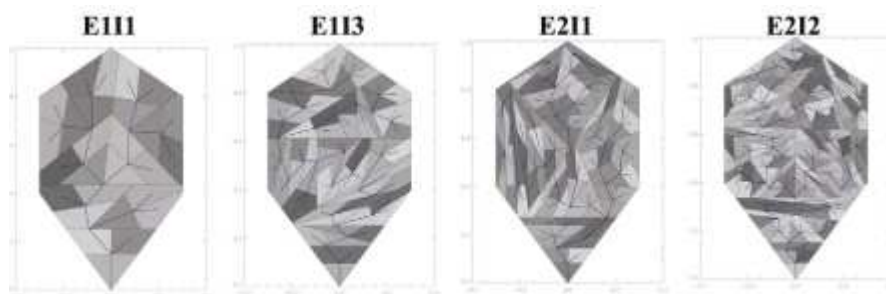


شکل 15: نقشه های چندک - چندک $A_w^{(E)} / E[A_w^{(E)}]$ و $A_w^{(I)} / E[A_w^{(I)}]$ بدست آمده از داده های حوضچه رودخانه *Walnut Creek* و رودخانه فورک کنتاکی شمالی در برابر توزیع ثابت *BUE* با مرتبه های

$$w=3,4,5$$



شکل 16: مراحل جایگذاری توپولوژی تولید کننده E2



شکل 17: الگوریتم درونی از پایین به بالا مورد استفاده در چهار درخت خود مشابه و همسان

3-2-4 کاربردهای الگوریتم BUE

در این بخش، برخی از کاربردهای الگوریتم را در SST و RSN توضیح می دهیم. توپولوژی ها و شکل اولیه جهت سهولت بررسی مسئله و توضیح روش جا گیری توپولوژی های مختلف در شکل های مشابه انتخاب شدند. برخی از توپولوژی ها شکلهای واقعی کاشی یا موزائیک را تولید می کنند و برخی دیگر قادر به تولید شکل واقعی موزائیک نیستند. مسئله رابطه بین شکل و توپولوژی مستلزم تحقیقات بیشتری است و در این مقاله بررسی نمی شود.

درختان همسان یا خود شبیه میتواند با نمونه برداری تولید کننده مجزا و واحد داخلی جهت جایگزینی زنجیره های داخلی و از تولید کننده مجزا بیورنی جهت جایگزینی زنجیره های خاری در طولی پروسه تولید RSN تولید شوند. درخت شکل 11 تولید شده توسط جایگزینی زنجیره های خارجی به جای تولید کننده های EI و زنجیره های داخلی به جای 13 تولید کننده نمونه ای از این درخت است. نماد چرخش Ek_1Ik_2 را جهت چرخش این SST ها مطرح می کنیم. K_1 و K_2 اعداد صحیح نمایش دهنده نوع تولید کننده هستند که به ترتیب برای جانشینی و جایگزینی زنجیره های بیورنی و داخلی استفاده می شوند. بنابراین درخت شکل 11 درخت $E113$ نامیده می شود. شکل 17 منطقه موزائیک کاری شده را در SST های $E111, E113, E211, E212$ نشان می دهد. این چهار مورد را جهت تعیین و تخصیص مساحت موزائیک BRT دامنه M_Ω که مجموع مساحت منطقه و A_Ω انتخاب کرده ایم، $a_j^{(E)} = a_j^{(I)} = A_\Omega / (2M_\Omega + 1)$ است.

ما به منظور توضیح کلیت الگوریتم اقدام به ساخت RSN ها با تولید کننده های تصادفی همراه با توزیع هندسی کرده ایم. پارامترهای $P_E = 0.49$ را برای تولید کننده های بیورنی، و $P_E = 0.42$ را برای تولید کننده های داخلی انتخاب کردیم موزائیک کاری منتجه را در این درختان پس از چهار تولید نشان می دهد. دوباره مساحت موزائیک را $a_j^{(E)} = a_j^{(I)} = A_\Omega / (2M_\Omega + 1)$ تعیین میکنیم.

5- زمین های مصنوعی سه بعدی

BUE علاوه بر ساخت مناطق کاشی و موزائیک فرش دو بعدی میتواند به ساخت سطوح سه بعدی دارای خواص زهکشی بسط داده شود که کاملاً با شبکه مورد نظر انطباق دارد. شکل 19 نقشه و نمای زمین تولید شده برای شبکه درونی شده $E111$ را نشان می دهد. طرح نقاط شبکه درونی و موزائیک کاری مربوطه در ماتریسن دو بعدی منجر به تولید زمین های مصنوعی می شود. نقاط پروژه و طرح مطابق با مکان لبه هیا شبکه و مرزهای موزائیک است.

تایید می کنیم که شبکه آبراه با تخصیص مقادیر ارتفاع به لبه های شبکه مناسب با فاصله توپولوژیکی با خروجی در مسیر درست جریان خواهد یافت. سپس، مقدار دوبرابر حداکثر مسافت خروجی شبکه را به مکانی های

ماتریس نسبت و تخصیص می دهیم که با مرزهای موزائیک مطابقت دارند. بالاخره، از این نقاط نمونه و مرجع جهت ساخت نوعی مثلث بندی استفاده می کنیم که برای مقادیر درونی خطی مابقی مکان های ماتریس استفاده می شود. انجام این مرحله ضروری است زیرا مسیر جریان فقط در این پیکسل ها مشخص است. درون یابی خطی مقدار ارتفاع را در پیکسل های شیب تپه به روشی آرایه می دهد که حداکثر گریدان در مسیر زنجیره مورد نظر قرار داشته باشد. سان و همکاران (1994) در متن شبکه های بهینه آبراهه ها الگوریتم مشابه ای را طرح کردند، اما الگوریتم آنها اتکاء به ماتریس هادی یا سویی داشت که مسیر زهکشی را به تمام ساخته های شبکه نشان می دهد.

توجه کنید که الگوریتم میتواند جهت شمول تغییرات واقعی تر ارتفاع در سرتاسر شبکه و به منظور دستیابی به شیب های واقعی تر سرتاسر آبپخشان به سادگی اصلاح شود. نماهای زمین بدست آمده از این طریق شرایط ایده ال مدل های تحول نما و نقشه زمین را بوجود می آوردند، زیرا آنها پیامدهای پیش بینی پذیر تری را برای توپولوژی شبکه زهکشی ایجاد می کنند.

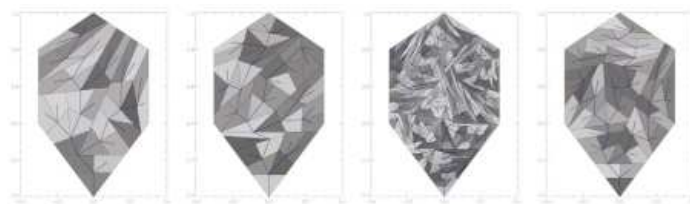
6- نتیجه گیری

گستره ای از قانون های تعمیم یافته ترکیب و هم نهشی زمین هورتون را آرایه دهیم که مشخصات جدید و جالب مقیاس بندی حوضچه های واقعی رودخانه را آشکار میکند. ما این ساختار و چارچوب را " قانون مبسوط و تعمیم یافته هورتون " می نامیم. بسط قانون هورتون از نتایج اخیر نظری خواص درجه بند زیر حوضچه های داخلی درختان *Tokunaga* توکونگا (2003) و سایر شبکه های قطعی مثل شبکه *Peano* یا درخت *Mandelbrot-Viscek* و نتایج تحقیق تروتمن (2005) الهام گرفته است که ثابت خواص مشابه مقیاس بندی توپولوژی های *RSN* را ثابت کرد. ارتباط بین نتایج تحقیق های تجربی آرایه شده در این مقاله، و نتایج نظری *RSN* و توپولوژی های خود شباهتی اساس و پایه ای را برای قانون های جدید هورتون تشکیل می دهد که در آن اصل واحد خود شباهتی آماری ساختار شبکه ؛ چندین قانون درجه بندی را به جای توجه به قوانین به عنوان اصول مستقل و جدا از یکدیگر چندین قانون درجه بندی توضیح می دهد. درک ارتباط بین قانون های تجربی ساختمان شبکه در متن خود شباهتی تکینک جدید برآورد مقادیر پارامتری (مثل R_A, R_M, R_L) را آرایه می دهد که میتواند مسائل برآورد مورد نظر سایر پژوهشگران را بررسی کند.

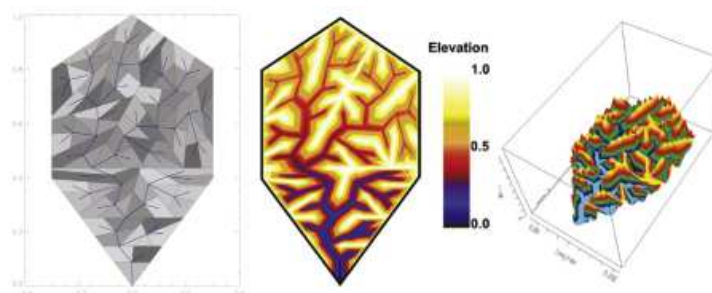
از قانون مبسوط و تعمیم یافته هورتون جهت بررسی دو الگوریتم درونی به نام الگوریتم های بالا به پایین و پایین به بالا یا *TDE* و *BUE* استفاده می شود. ثابت کردیم که روش *TDE* مطابق با موزائیک های یافت شده در زمین های حقیقی برای ساخت موزائیک فرش های منطقه نامناسب است زیرا مناطق موزائیک ها در *TDE* بسیار همبسته هستند. این منجر به تخلف از برابری توزیع مناطق دوباره درجه بندی شده و دامنه های شبکه در سرتاسر مقیاس ها می شود، ویژگی که با وجود داده های آنها تایید می شود.

BUE یک روش جادهی و نشاننده است که در این مقاله ارایه و بررسی شده است. طراحی الگوریتم امکان شاخه گزینی و یا شاخه شاخه شدگی را در مقیاس های کوچک جهت محدود ساختن مناطق و مساحت ها در مقیاس های بزرگتر فراهم می سازد که منجر به تعیین تمام مناطق شیب تپه می شود. اگر درخت توپولوژیکی جا گیری شده از قانون مبسوط و تعمیم یافته دامنه های هورتون پیروی کند، آنگاه *BUE* شبکه درونی را تولید خواهد کرد که از برابری توزیعی دامنه و مساحت دوباره مقیاس بندی و درجه بندی شده پیروی میکند.

از منطقه موزائیک فرض جهت ساخت نماهای سه بعدی زمین با خواص زهکشی (که قبلاً گفته شدند) استفاده می کنیم. معتقد هستیم که این نماهای زمین به عنوان شرط اولیه مدل های تکامل و تحول نمای زمین استفاده می شوند. نماهای زمین نیز *DEM* های حقیقی تصور می شوند که در شبیه سازی های بارش - رواناب استفاده می شوند.



شکل 18: الگوریتم درونی از پایین به بالا استفاده شده در مرتبه 4 چهار *RSN*



شکل 19: نمونه ای از نمای سه بعدی زمین بدست آمده از موزائیک کاری تولید شده به وسیله الگوریتم *BUE*

7- تحقیقات آینده

شایان ذکر است که بسط قانون های هورتون به مناطق و دامنه های ارایه شده در این مقاله به نیاز به بررسی خواص آنها مثل طول رودخانه، قطر توپولوژیکی، شیب ها و سایر کمیت های توپولوژیکی و هندسی اشاره میکند. بررسی این قوانین مقیاس بندی و طراحی و توسعه الگوریتم های که به مشخصات درست مقیاس بندی آنها دست می یابند موضوع تحقیق آینده است. به طور اخص، اقدام به آزمایش الگوریتم های درونی و تعبیه شده کرده ایم که از قانون حق محافظت و دفاع میکند، البته این الگوریتم پیچیده تر از الگوریتم های مطرح شده در این مقاله هستند.

پروژه جا گیری *BRT* در منطقه دو بعدی منجر به ایجاد ارتباط و پلی بین ساختار توپولوژیکی شبکه و تغییر پذیری فضایی پروژه های تولید رواناب می شود. ما برهم کنشی بین تغییر پذیری فضایی - زمان رواناب و توپولوژی شبکه را با استفاده از *DEM* های تولید شده به وسیله *BUE* بررسی کردیم. مسیر های دیگر تحقیق شامل افزایش و بهبود الگوریتم جهت دستیابی به شکل های واقعی تر شیب تپه و اثر آن بر قید حفظ قانون ها است. نتایج این مقاله به جای جواب به این مسئله جالب و پیچیده در ب های را به موضوع تحقیق موجود باز میکند.

حوزه مهم دیگر تحقیق بررسی رابطه بین شیب حوضچه و توپولوژی شبکه است. نتایج اولیه بدست آمده از الگوریتم *BUE* نشان می دهد که زمانی که توپولوژی های دلبخواهی شبکه در شکل های دلبخواهی حوضچه جایگذاری می شوند، آنگاه موزائیک فرش منتهی به علت اثر شکل های حوضچه رودخانه طبیعی بر توپولوژی شبکه رودخانه شکل های غیر واقعی را تولید می کند. نتایج تحقیق مانتیلا و همکاران (2010) ثابت کرده است که تولید کننده های *RSN* شبکه رودخانه طبیعی می توانند تخمین و برآورد شوند. این روش میتواند برای درک اثر شکل های حوضچه بر توپولوژی های شبکه استفاده شود.

این مقاله، از سری مقالات ترجمه شده رایگان سایت ترجمه فا میباشد که با فرمت PDF در اختیار شما عزیزان قرار گرفته است. در صورت تمایل میتوانید با کلیک بر روی دکمه های زیر از سایر مقالات نیز استفاده نمایید:

لیست مقالات ترجمه شده ✓

لیست مقالات ترجمه شده رایگان ✓

لیست جدیدترین مقالات انگلیسی ISI ✓

سایت ترجمه فا ؛ مرجع جدیدترین مقالات ترجمه شده از نشریات معتبر خارجی