



کاربرد شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI) در کشاورزی دقیق حوضه کچیک استان گلستان

عطیه رحیمی فر^{۱*}، واحدبردی شیخ^۲، عبدالرضا بهره مند^۳، محسن اسمعیلی^۱

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان ۲ و ۳- استادیار گروه آبخیزداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

* نویسنده مسئول: عطیه رحیمی فر، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، [E-mail address: a.rahimifar@yahoo.com](mailto:a.rahimifar@yahoo.com)

چکیده

شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI) ابزاری مفید و رایج برای توصیف شرایط رطوبتی در مقیاس حوضه جهت نیل به کشاورزی دقیق می باشد. این شاخص مناطق اشباع سطحی و توزیع مکانی رطوبت خاک در حوضه ها را با فرض برابری شیب آب زیرزمینی با شیب سطح زمین، تقریب می زند. نظریه شاخص رطوبت توپوگرافی اولین بار در مدل بارش- رواناب TOPMODEL معرفی شد که می تواند تاثیر توپوگرافی را بر روی تولید رواناب بصورت کمی بیان کند. این شاخص که بصورت $\ln(\alpha/\tan\beta)$ تعریف می شود، گرایش آب را به جمع شدن در هر نقطه از حوضه (بر حسب α) و تمایل نیروهای گرانشی را به انتقال آب به پایین دست توصیف می کند. جهت تهیه نقشه TWI در حوضه آبخیز کچیک استان گلستان جهت کاربرد در کشاورزی دقیق منطقه مورد مطالعه، اقدام به تهیه نقشه های ارتفاع، شیب، Ldd، مساحت حوضه بالادست با نرم افزار PCRaster اقدام گردید. با مقایسه نقشه شیب و نقشه TWI می توان دریافت که مناطق مرطوب از مساحت های زهکشی بزرگ در بالادست یا از سطوح خیلی هموار و بدون شیب بوجود می آیند. همچنین مقایسه نقشه مساحت حوضه بالادست با نقشه TWI نشان داد که مسیر آبراهه ها دارای مقدار شاخص رطوبت توپوگرافی بالایی می باشند. در این حوضه، مناطقی که مقدار TWI مشابهی دارند، در صورتیکه شرایط محیطی دیگر آنها (مانند خاک، پوشش گیاهی) یکسان باشد، انتظار می رود که درصد رطوبت خاک آنها و در نتیجه پاسخ هیدرولوژیکی آنها به باران، مشابه باشند و می توانند یکسان تلقی شوند.

کلمات کلیدی: کشاورزی دقیق، الگوی مکانی، رطوبت خاک، شاخص رطوبت توپوگرافی

مقدمه

توپوگرافی اغلب یکی از مهم ترین شاخص های کنترل کننده الگوی مکانی مناطق اشباع خاک زراعی می باشد که به نوبه خود کلیدی برای فهم و درک بسیاری از تغییرات در خاک ها، فرآیندهای هیدرولوژیکی در جهت تخمین نیاز آبی گونه های زراعی در فصول مختلف می باشد (گربز^۱ و همکاران، ۲۰۰۹) شاخص رطوبت توپوگرافی (TWI) ابزاری مفید و رایج برای توصیف شرایط رطوبتی در مقیاس حوضه جهت نیل به کشاورزی دقیق می باشد. بنابراین از شاخص های توپوگرافی برای توصیف الگوی مکانی رطوبت خاک استفاده می شود (سرنسن^۲ و همکاران، ۲۰۰۶). نظریه (TWI) اولین بار بوسیله بون^۳ و کریکبای^۴ (۱۹۷۹) در مدل بارش- رواناب TOPMODEL معرفی شد که می تواند تاثیر توپوگرافی را بر روی تولید رواناب بصورت کمی بیان کند و به عنوان یک شاخص فیزیکی، مکان مناطق اشباع سطحی و توزیع مکانی رطوبت خاک را تقریب می زند. در این پژوهش با تهیه TWI و

1 - Grabs
2 - Sorensen
3 - Beven
4 - Kirkby



۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۹۰ دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان دانشکده کشاورزی

استفاده از نتایج آن سعی شده است با کاربردی کردن نقش مهم توپوگرافی در رطوبت خاک گامی جدید در عرصه کشاورزی دقیق، برداشته شود. نمونه هایی از این کاربردها در زیر اشاره شده است (کین^۱، ۲۰۱۱):

- ✓ استفاده از نقشه TWI به عنوان شاخصی برای الگوی رطوبت خاک پتانسیل در مزرعه
- ✓ استفاده TWI به همراه زاویه شیب، نیمرخ انحنای، مساحت حوضه ویژه^۲ محاسبه شده از DEM با قدرت تفکیک مکانی ۱متر برای آنالیز تغییرات مکانی بازده محصولات زراعی
- ✓ TWI به همراه ارتفاع، شیب، هدایت الکتریکی خاک و نقشه های رقومی خاک برای توسعه مدل autologistic در جهت مدیریت ازت مناطق بر اساس بازدهی ذرت در پاسخ به کودهای ازته
- ✓ TWI در ترکیب با شاخص توان جریان، تندترین زاویه شیب و ۹ ویژگی دیگر خاک برای انجام آنالیز مؤلفه های اصلی و خوشه بندی فازی k-means

مواد و روش ها

TWI یک پارامترسازی ساده ریاضی از وضعیت رطوبت خاک است و بصورت $\ln(\alpha/\tan\beta)$ تعریف می شود که α مساحت بالادست در واحد طول خط تراز (یا مساحت حوضه ویژه) و $\tan\beta$ زاویه شیب محل برای تخمین زاویه هیدرولیک می باشد (کین، ۲۰۱۱). این شاخص گرایش آب را به جمع شدن در هر نقطه از حوضه (بر حسب α) و تمایل نیروهای گرانشی را به انتقال آب به پایین دست (بر حسب $\tan\beta$ به عنوان شیب هیدرولیکی تقریبی) توصیف می کند. در نتیجه محاسبه α و $\tan\beta$ برای نشان دادن تاثیر عوارض زمین بر روی زهکشی محل نیاز می باشد (اندرنی^۳ و وود^۴، ۲۰۰۳). توزیع آماری و الگوهای مکانی TWI بسته به محاسبات پارامترهای آن بطور عمده تغییر می کنند. قدرت تفکیک مکانی DEM و انتخاب یک الگوریتم مناسب روندیابی جریان دو موضوع کلیدی در محاسبه TWI می باشد. در این پژوهش از الگوریتم تک مسیره^۵ جهت روندیابی جریان استفاده شده است. الگوریتم های تک مسیره، رواناب سطحی و زیرسطحی را بدون در نظر گرفتن سلول های مجاور، از یک سلول به یک سلول دیگر محدود می کنند. در یک سلول، رواناب یک سلول تنها در جهت تندترین شیب جریان می یابد و جریان دو شاخه یا چند شاخه ای در آن ممکن نیست. نقشه های مورد نیاز جهت تهیه TWI در این پژوهش در محیط نرم افزار PCRaster تهیه شده است. این نقشه ها شامل نقشه های ارتفاع، شیب، Ldd، مساحت حوضه بالادست می باشد، که در نهایت منجر به تهیه نقشه TWI گردید.

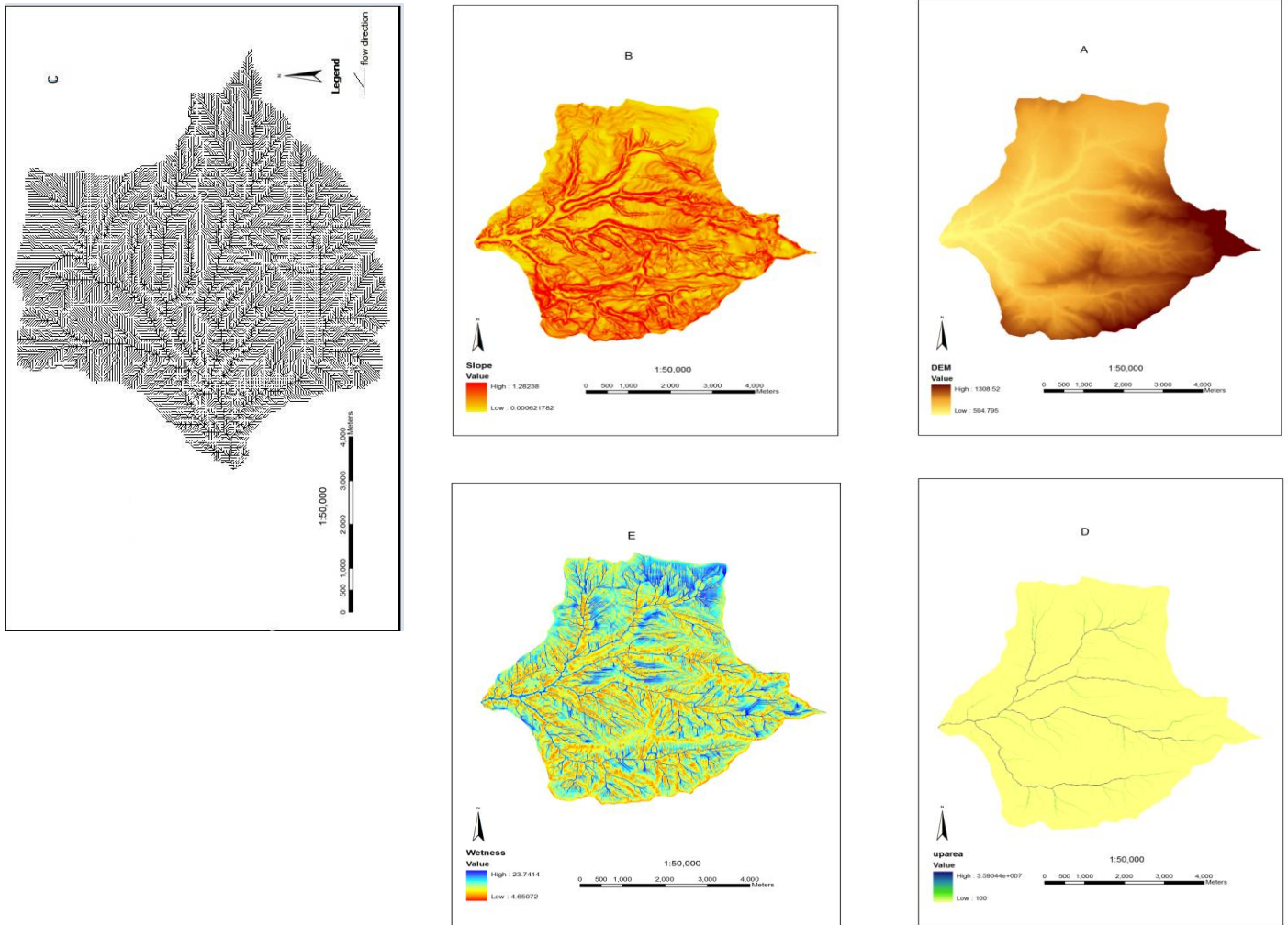
نتایج و بحث

نتایج در این پژوهش در قالب نقشه های A, B, C, D, E، جهت محاسبه و تهیه نقشه TWI مربوط به منطقه مورد مطالعه، به نمایش در آمده است. با مقایسه نقشه شیب و نقشه TWI می توان دریافت که مناطق مرطوب از مساحت های زهکشی بزرگ در بالادست یا از سطوح خیلی هموار و بدون شیب بوجود می آیند، درحالی که مناطق خشکتر با مقدار شاخص کمتر، یا از شیب های تندتر و یا از مناطق زهکشی کوچک در بالادست ناشی می شوند. همچنین مقایسه نقشه مساحت حوضه بالادست با نقشه TWI نشان داد که مسیر آبراهه ها دارای مقدار شاخص رطوبت توپوگرافی بالایی می باشند و این با آنچه در طبیعت و واقعیت رخ می دهد

1 - Qin
 2 - Specific Catchment Area
 3 - Endreny
 4 - Wood
 5 - Single Flow Direction (SFD) algorithms

۱۱ و ۱۲ اسفندماه ۱۳۹۰ دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان دانشکده کشاورزی

همخوانی دارد. در این حوضه، مناطقی که مقدار TWI مشابهی دارند، در صورتیکه شرایط محیطی دیگر آنها (مانند خاک، پوشش گیاهی) یکسان باشد، انتظار می رود که درصد رطوبت خاک آنها و در نتیجه پاسخ هیدرولوژیکی آنها به باران، مشابه باشند و می توانند یکسان تلقی شوند.



A: نقشه ارتفاع، B: شیب، C: مسیر جریان سطحی (Ldd)، D: مساحت حوضه بالادست E: شاخص رطوبت توپوگرافی

نتیجه گیری کلی

اگر مقادیر TWI را کلاسه بندی کنیم، مناطقی که در یک کلاس قرار می گیرند به لحاظ شرایط رطوبتی تقریباً یکسانند و بنابراین با این روش می توان مناطقی را که احتمال اشباع شدن آنها در طول وقایع بارندگی وجود دارد را در کلاسه های مختلف پهنه بندی نمود.

منابع

1. Endreny, T.A., Wood, E.F. 2003. Maximizing spatial congruence of observed and DEM-delineated overland flow networks. International Journal of Geographical Information Science. 17(7): 699-713.



2. Grabs, T., Seibert, J., Bishop, K., Laudon, H. 2009. Modelling spatial patterns of saturated areas: A comparison of the topographic wetness index and a dynamic distributed model. *Journal of Hydrology*. 373: 15-23.
 3. Qin, C-Z., Zhu, A-X., Pei, T., Li, B-L., Scholten, T., Behrens, T. and Zhou, C-H. 2011. An approach to computing topographic wetness index based on maximum downslope gradient. *Precision Agriculture*. 12: 32-43.
 4. Sorensen, R., Zinko, U. and Seibert, J. 2006. On the calculation of the topographic wetness index: evaluation of different methods based on field observation. *Hydrology and Earth System Sciences*. 10: 101-112.
- precision agriculture

Using of Topographic Wetness Index(TWI) in the precision agriculture in the kechik watershed

Rahimifar, Atiyeh¹, Sheikh, Vahedberdi², Bahremand, Abdoreza³

1- M.Sc. Student, Watershed Management Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
a.rahimifar@yahoo.com

2- Assistant Professor, Watershed Management Department, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Abstract

Topography is often one of the major controls on the spatial pattern of saturated areas, which in turn is a key to understanding much of the variability in soils, hydrological processes, and stream water quality. Topography is a first-order control on spatial variation of hydrological conditions. It affects the spatial distribution of soil moisture, and groundwater flow often follows surface topography. Topographic indices have therefore been used to describe spatial soil moisture patterns.

The topographic wetness index (TWI) is a widely used tool to describe wetness conditions at the catchment scale. It is also assumed that groundwater gradients follow land surface gradients. The concept of topographic wetness index (TWI) was first introduced by Beven and Kirkby (1979). TWI can quantify the effect of topography on runoff generation and serves as a physically-based index approximating the location of zones of surface saturation and the spatial distribution of soil water.

The topographic wetness index (TWI, $\ln(\alpha/\tan\beta)$), which combines local upslope contributing area and slope, is commonly used to quantify topographic control on hydrological processes. The value of TWI is influenced by the algorithms used to calculate α and estimate $\tan\beta$.

In a catchment, areas having similar TWI value are assumed to have a similar hydrological response to rainfall when other environmental conditions such as land cover and soil are the same or can be treated as being the same.

Keywords: Flow Direction Algorithm, Local Slope, Spatial distribution, Topographic Wetness Index