Archive of SID

در
منابع طبیعی شماره ۷۹، تابستان ۱۳۸۷
پژوهش و سازندگی

مقایسه فنی و اقتصادی دو روش تسلیح دایک‌های ساحلی (با استفاده از نرم افزار PLAXIS)

• یونس دقیق
استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج
تاریخ دریافت: خردادماه ۱۳۸۶ تاریخ پذیرش: بهمن ماه ۱۳۸۶
Email: daghigh@scwmri.ac.ir

چکیده

یکی از مسائلی که در طراحی دایک‌های ساحلی باید مد نظر قرار بگیرد پایداری و مقاوم سازی شیب بدنه و بستر دایک می باشد. در این مقاله با اشاره به دو روش مرسوم در مسلح سازی دایک‌های ساحلی، به مسلح سازی دایک ساحلی هندیجان در استان خوزستان به طول ۴۰ کیلومتر پرداخته شده و این روش‌ها با یکدیگر مقایسه شده‌اند. هدف از طرح فوق بازیافت اراضی و توسعه کشاورزی و شیلات در دلتای هندیجان و بهینه سازی اجرای دایک ساحلی فوق می‌باشد. روش اول مسلح سازی بدنه دایک ساحلی با بکاربردن مصالح الیاف مصنوعی در لایه‌های موازی در شیب‌های طرفین بدنه دایک بوده که در تحقیق مورد نظر طول مسلح سازها و فاصله بین لایه‌های مسلح ساز مورد بررسی دقیق‌تری قرار گرفته است. روش دوم استفاده از لایه‌ای از الیاف مصنوعی در بستر دایک ساحلی می باشد که در این روش نیز تأثیر کاربرد مسلح ساز در جلوگیری از گسیختگی بستر دایک ساحلی مورد بررسی قرار گرفته است. آنالیزهای ارائه شده بروش اجزاء محدود بوده که با استفاده از نرم افزارPLAXIS انجام شده است. پارامترهای مصالح مورد استفاده با توجه به مصالح موجود در سواحل جنوبی کشور و سایت طرح هندیجان مورد استفاده قرار گرفته است. آنچه در تحقیق حاضر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، کاهش شیب‌های جناحین دایک ساحلی با توجه به حفظ پایداری آن بوده است که این کاهش شیب با استفاده از مصالح الیاف مصنوعی و بالا رفتن ضریب اطمینان پایداری شیب حاصل شده است. گراف‌های ارائه شده در این مقاله بیانگر کارائی بهتر و صرفه اقتصادی ایجاد شده در نتیجه استفاده ازمصالح الیاف مصنوعی در هر دو روش فوق میباشد. با توجه به ضعیف بودن بستر دایک مورد نظر، ملاحظه گردید که کاربرد مسلح ساز در بستر دایک، تأثیر بیشتری در مقاومت نهائی و پایداری دایک داشته است.

کلمات کلیدی: الیاف مصنوعی، دایک ساحلی، ژئوسنتتیک ، مسلح سازی، مصالح پلیمری، PLAXIS

www.SID.ir

Archive of SID

Pajouhesh & Sazandegi No 79 pp: 154-165

Technical and economical comparison between two reinforcement methods of coastal dykes (Using PLAXIS F.E.M. Numerical Model)

By: Y. Daghlgh. Assistant Professor of Soil Conservation and Watershed Management Research Center (scwmri),Tehran, Iran

One of the important parameters in design of coastal dykes is reinforcement of slope of body and base of dyke. In this paper, with pointing on two customary reinforcement methods of coastal dykes, the reinforcement of hendijan coastal dyke (with 40 kilometers length at Khozestan province) has investigated.In first method, geo-textile materials situated inside the slopes of dyke body horizontally. The length of geo-textile reinforcement materials and the spacing between layers have been investigated in more details.In second method, reinforce the dyke foundation by utilize a geo-textile layer over the foundation bed. In this method the effect of using reinforcement material in prevention the failure of dyke bed have been investigated. The results of these two methods has compared with each others. The First method is reinforcement by utilize geo-textile filaments in parallel layers in dyke body. The second method, utilize a layer of geo-textile in the bed of dyke. Presented analyzes simulated by PLAXIS FEM model (Developed by Delft University of Netherlands). Utilized different material parameters have used as for available materials at project site in south coasts of Iran. In this paper, decrease of lateral slope of dyke as for suitable stability, is most cared. The results of analysis indicate better efficiency and economic profit by utilize a layer of geo-textile in the bed of dyke. Because of poor soil layer material in dyke bed layer, the results show that using reinforce material in bed has more effect in final strength and endurance of the dyke.

Key words: Artificial polymer material, Geo-textile, Coastal dyke, Reinforcement, PLAXIS model

مقدمه

هدف از تحقیق مورد نظر بررسی کاربرد ژئوسنتتیک‌ها به عنوان مسلح کننده و استفاده از مصالح مشتقات نفتی در مقاوم سازی بدنه و بستر دایک‌های ساحلی می‌باشد. دایک های ساحلی به منظور حفاظت اراضی ساحلی و تاسیسات پشت ساحل، از مصالح خاکی و یا مصالح مناسب دیگر، طراحی و اجرا می‌گردند.

در تحقیق مورد نظر با استفاده از اطلاعات ژئوتکنیکی دایک ساحلی هندیجان، دو روش مختلف مقاوم سازی شیب بدنه دایک و مقاوم سازی بستر دایک ساحلی مورد بررسی دقیق‌تری قرار گرفته است. با انتخاب مقطع مناسب دایک ساحلی هندیجان(۱) و استفاده از مدل کامپیوتری PLAXIS (۲)، طول مسلح سازها و فاصله آن‌ها در شیب بدنه دایک و همچنین تأثیر آن بر ضرایب اطمینان حاصله مطالعه و ارزیابی گردیده است.

با توجه به وجود سواحل ممتد در شمال و جنوب کشور و اهمیت حفاظت از سواحل در ایران، ضرورت استفاده از این گونه سازه‌ها و بهینه ساری مقطع دایک‌های ساحلی جهت توسعه و نگهداری سواحل کشور در سال های اخیر سیر صعودی داشته و پیشرفت‌های اخیر در علم مواد و مصالح پلیمری (مصالح ژئوسنتتیک) و استفاده از مصالح فوق در مقاوم سازی بدنه دایک، باعث کاهش در هزینه‌های کلی پروژه‌های ساحلی گردیده است.

در پنجاه سال اخیر، مطالعات زیادی در رابطه با روش‌های نوین در کاربرد مصالح ژئوسنتتیک در طراحی و ساخت دایک‌های ساحلی در کشورهای پیشرفته انجام گردیده است. مصالح ژئوسنتتیک می‌توانند برای جلوگیری از فرسایش در پوشش ها، مقاوم سازی دایک‌های قدیمی یا جدیدی، برای زهکشی، عملکرد فیلتر، اعضای آببند و به عنوان جداکننده لایه‌ها از هم در ساخت دایک‌های ساحلی بکار روند. در نتیجه باعث می‌شود که سازه‌های جدید الاحداث، کوچک‌تر، ارزان‌تر و با کارائی بالاتر گردند(۱).

امروزه طیف وسیعی از انواع این مصالح در بازارهای جهانی موجود می باشدکه هرکدام از آن‌ها برای هدفی خاص ساخته شده اند، به عنوان نمونه شبکه های ژئوتکستایل (Geo-textile mattresses) عموماً برای مقاوم سازی و حفاظت از شیب‌ها و مقاوم سازی بستر دایک ساحلی، کیسه‌های ژئوتکستایل (Geo bags) برای محافظت از شیب و دیوار حائل و حفاظت از پنجه، تیوب های ژئوتکستایل (Geo-textile tubes) و سیستم‌های پر شونده (Geo-textile containers) برای ساختن موج شکن‌های ساحلی (Offshore breakwater) و سواحل مصنوعی مورد استفاده قرار می‌گیرند(۳).

از مسائل مهم دیگری که در احداث دایک‌های ساحلی باید مد نظر قرار گیرد، مسئله نگهداری و حفاظت از خود سازه در برابر اثرات محیطی و جانبی و همچنین کاهش هزینه‌های مربوط به نگهداری و ترمیم می‌باشد، که در اقتصادی بودن اجرای اینگونه طرح‌های احیا و حفاظت نواحی ساحلی نقش به سزایی دارد..

با توجه به اهمیت بالای این نواحی از دیدگاه‌های مختلف، ازجمله اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی، مخصوصاً در کشور ما بررسی

www.SID.ir

Archive of SID

راهکارها و روش‌های محافظت هرچه بهتر نواحی ساحلی به عنوان یک ضرورت به شمار می‌آید. از طرفی به دلیل هزینه بالای اینگونه طرح ها، نیاز به تحقیقات بیشتر برای اجرای صحیح و دقیق این قبیل طرحها در نواحی مختلف کشور بیش از پیش مورد نیاز می‌باشد.

نظر به اینکه طول دایک های ساحلی عموماً از ده‌ها کیلومتر تجاوز می کند (حدود ۴۰ کیلومتر در دایک ساحلی هندیجان) و هرگونه بهینه سازی در سطح مقطع دایک باعث افزایش وسعت اراضی احیا شده ساحلی و کاهش هزینه های اجرائی می شود، لذا استفاده از ژئوسنتتیک‌ها در این گونه طرحها از توجیه فنی و مالی لازم برخوردار می‌باشد.

FHWA به عنوان یکی از قدیمی‌ترین سازمان‌هایی که بر روی مسلح سازی خاکریزها مدل‌سازی‌های فراوانی انجام داده است، پس از بررسی نتایج تحقیقات (در مورد طول مسلح سازها) بیشینه مقادیر ذیل را به عنوان طول مناسب مسلح سازها پیشنهاد کرده است(۳).

۱ - طولی معادل ۰/۷ ارتفاع خاکریز

۲ - طولی معادل ۲/۵ متر

در مورد فاصله بین مسلح سازها نیز بر اساس نوع کاربری سازه و شرایط محیطی آن بهینه یابی باید از نتایج آنالیزها مشخص شود. همچنین در صورت قرارگیری دایک بر روی پی ضعیف، از یک لایه ژئوسنتتیک در بستر خاکریز جهت تسلیح و پایداری آن استفاده می‌شود(۳). تحقیقات Leshchinsky درسال ۱۹۹۹ نشان می‌دهد که مقاومت مسلح سازها در ضریب اطمینان تأثیر داشته و با افزایش آن ضریب اطمینان نیز افزایش می‌یابد (۵).

مواد و روش‌ها

نرم افزار مورد استفاده در این پژوهش PLAXIS Version ۷,۲ FEM Code for Soil & Rock Analysis بوده است که قابلیت تحلیل سدهای خاکی، دایک‌های ساحلی، تونل، پی، مصالح ژئوسنتتیک، تیرها و... را با استفاده از مدل‌های الاستو پلاستیک دارا می‌باشد(۲). با استفاده از پارامترهای مختلف طراحی بدنه دایک ساحلی (جدول شماره ۱)، تأثیر استفاده از مسلح سازها در افزایش ضریب اطمینان پایداری دایک مورد مطالعه قرار گرفته است.

در شکل ۱ مقطع دو بعدی طراحی شده دایک ساحلی هندیجان (استان خوزستان، دلتای رودخانه زهره) که در آنالیزهای انجام شده با مدل کامپیوتری PLAXIS مورد استفاده قرار گرفته نشان داده شده است. ارتفاع دایک ۴ متر و ارتفاع آب در سمت دریا ۳ متر می باشد که بر روی یک لایه ریز دانه به ضخامت ۱۰ متر واقع شده است(۱).

در منطقه طرح، با حفر تعداد ۳۰ گمانه که در شکل ۲ موقعیت آن‌ها نشان داده شده است به بررسی خاک منطقه طرح پرداخته شده است که نتایج آزمایشگاهی گمانه های فوق الذکر پس از بررسی در جدول شماره ۱ آورده شده است(۱).

در جدول شماره ۱ نتایج پارامترهای آزمایشگاهی و تجربی مصالح مختلف دایک ارائه گردیده است. خاک اصلی منطقه طرح، خاکی است با درصد بالائی از مصالح ریزدانه رسی سیلتی که پارامترهای فیزیکی و مکانیکی آن جدول فوق آورده شده است و بدلیل اینکه برای استفاده از این خاک نیازی به آیتم حمل مصالح از مکانی دیگر نداریم و به عنوان گزینه اصلی در اجرای بدنه اصلی دایک منطقه طرح انتخاب شده است.

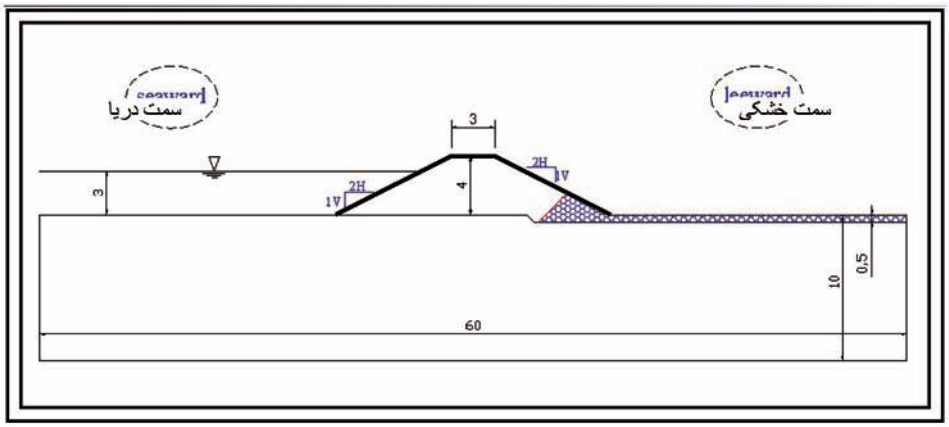
لازم به توضیح است که در آنالیز دایک مورد نظر، درمرحله انتهای ساخت، پس از محاسبات تنشهای اولیه پی، نیروی وزن دایک و نیروی وارد بر تاج بر مدل اعمال شده است. در مرحله نشت پایدار نیز پس از ساخت دایک و اعمال نیروهای وزن و نیروی وارد بر تاج، سطح آب در قسمت سمت دریا تا رقوم ۳ متر بالاتر از بستر دریا افزایش یافته که این مقدار برابر با حداکثر میزان مد می‌باشد، سپس محاسبات مربوط به نشت بر روی مدل انجام شده و در انتها ضرایب اطمینان مدل‌ها بررسی شده اند.

جدول ۱: متوسط نتایج آزمایشات فیزیکی و مکانیکی بستر پی و منابع قرضه پروژه هندیجان[۱]

ردیف	نوع خاک	γ (dry)	γ (wet)	Φ	C	E	K	نوع منبع و محل استفاده
		kN/m^3	kN/m^3	deg	Kn/m^2	kN/m^2	m/sec	
۱	CL	۱۵/۵	۱۷/۵	۵	۲۰	۵۰۰۰	۱ ۱۰ $^{-۶}$	موجود در محل دایک ساحلی
۲	CL- ML	۱۶/۵	۱۸/۵	۱۵	۲۵	۷۵۰۰	۵ ۱۰ $^{-۶}$	منابع قرضه بدنه اصلی دایک
۳	SW-SP	۱۸	۲۰	۳۰	۰	۲۵۰۰۰	۱۱۰ $^{-۳}$	منابع قرضه فیلتر
۴	GW-GP	۲۰/۵	۲۲	۳۵	۰	۴۰۰۰۰	۱ ۱۰ $^{-۲}$	منابع قرضه زهکش

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱ : مقطع مدل شده از هسته دایک در برنامه PLAXIS

شکل ۲ : موقعیت گمانه های حفر شده در منطقه طرح هندیجان(۱)

در ایـن مرحله بدلیـل اینکه برنامـه PLAXIS در نسـخه موجود تنهـا قادر به بررسـی مصالح الیـاف مصنوعی در موضع مسـلح کننده کششـی میباشـد، به منظور بررسی تأثیر مدول سـختی الیاف مسلح کننده مورد اسـتفاده در نـرم افـزار، آنالیزهائی با مدولهـای مختلف مسـلح کننده (از ۱۰۰ تـا ۲۰۰۰ کیلونیوتن بر متـر) انجام و ضرایب اطمینان متناظر هر مدول محاسـبه گردیده است. لازم به توضیح است کـه اصولا نـرم افزار هائی ماننـد PLAXIS چون بـا روش F.E تحلیل تغییر شـکل انجام می‌دهند بطور مسـتقیم نمی‌توانند ضریب اطمینان را تعیین نمایند. تعیین ضریـب اطمینان در PLAXIS با روش تقریبی Φ -C Reduction method صورت می‌گیرد.

در شـکل ۳ که یکی از خروجی‌های برنامه فوق می‌باشـد تغییرات ضریب اطمینان نسبت به جابجائی برای رأس دایک برای مدولهای ۱۰۰ تا ۱۰۰۰ کیلونیوتن بر متر و در شـکل ۴ نمودار مقایسـه ای مدول‌های مختلـف و ضرایب اطمینان متناظر هرکدام نشـان داده شـده اسـت. همانطور که مشـاهده میشـود افزایش مدول در ابتدا تاثیر چشمگیری در افزایش ضرایب اطمینان داشـته ولی پس از آن به یک مقدار مجانب می‌گردد(۲). با استفاده از شکل ۴، مدول سختی ۱۰۰۰ به عنوان مدول بهینه الیاف مسـلح کننده تعیین گردیده و کلیـه آنالیزها با این مدول بهینه که ضریب اطمینان بالایی میدهد انجام شده است.

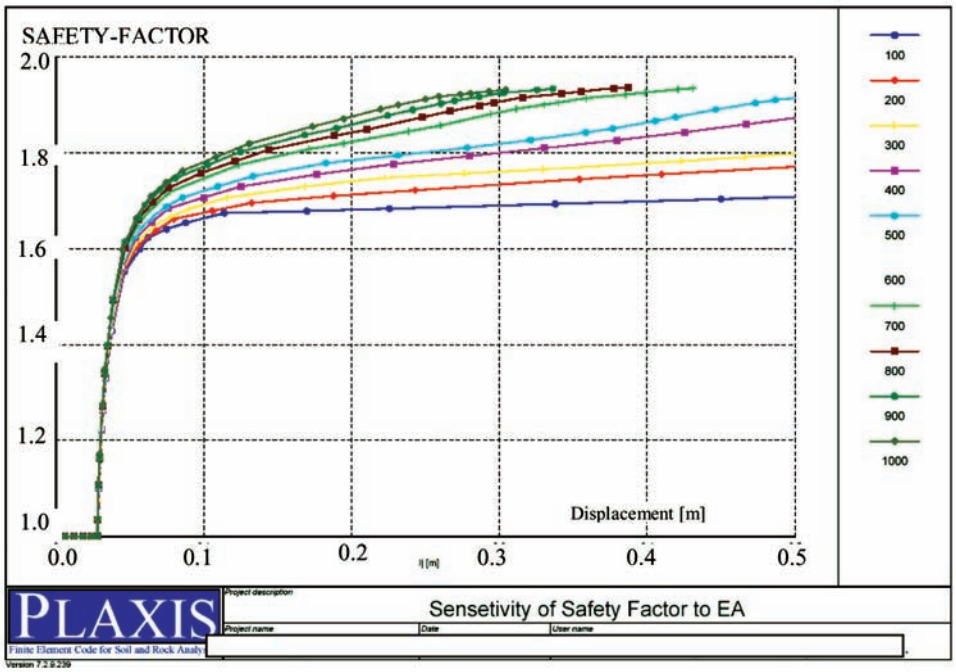
برای مسـلح سـازی یک خاکریز با اسـتفاده از الیاف مصنوعی دو روش موجود است. در روش اول مسلح سازی خاکریز با لایه های الیاف مصنوعـی در بدنـه خاکریز و در شـیب دایک سـاحلی و در روش دوم مسـلح سازی خاکریز با لایه ای از الیاف مصنوعی در بستر خاکریز و در کف دایک سـاحلی(۵،۴) در روش اول مصالح الیاف مصنوعی به صورت لایه های افقی در بدنه دایک سـاحلی نصب می‌گردد و در روش دوم با اسـتفاده از یک لایه الیاف مصنوعی در کف بسـتر، فونداسـیون دایک تقویت می‌گردد.

در روش اول تحلیل‌های زیر صورت گرفته است:

۱ - بررسی طول لازم مسلح ساز و مقایسه آن با موارد مطروحه

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳ : گراف خروجی برنامه برای حساسیت سنجی مدول الیافهای مصنوعی بر ضریب اطمینان

۲ - بررسی فاصله بین مسلح سازها با طول بهینه بدست آمده در انتهای ساخت یا خالی از آب[۱]

۳ - بررسی فاصله بین مسلح سازها با طول بهینه بدست آمده در حالت نشت پایدار یا پر از آب تا تراز۳ متری[۲]

در روش دوم نیز تحلیل زیر صورت گرفته است:

۱ - بررسی تأثیر یک لایه الیاف مسلح ساز در بستر دایک بر پایداری کلی دایک در انتهای ساخت و نشت پایدار.

بررسی و تحلیل نتایج

در شکل۶ تأثیر مقاومت و طول مسلح ساز (بر حسب ضرایبی از ارتفاع دایک) بر روی ضریب اطمینان نشان داده شده است. همانطور که در شکل نیز مشخص میباشد، طولی معادل ۰/۷۵برابرارتفاع دایک، طول بهینه بوده که با محدوده اعلام شده از طرف FHWA (۳) کاملاً مطابقت میکند.

در این مرحله پس از بدست آمدن طول بهینه، با در نظر گرفتن فاصله مسلح کننده‌ها بر حسب کسری از ارتفاع دایک ($\frac{۱}{۸}$ و $\frac{۱}{۶}$ و $\frac{۱}{۴}$) به بررسی تأثیر این فاکتور بر ضریب اطمینان پرداخته شده است. شکل ۷ نشان دهنده ضرایب اطمینان، مربوط به مسلح سازی با فواصل مختلف در دو مرحله انتهای ساخت و نشت پایدار می‌باشد.

همانطور که در شکل ۷ نیز نشان داده شده، تأثیر فواصل لایه‌های مسلح ساز بر روی ضریب اطمینان ناچیز بوده، که دلیل آن ضعیف بودن پی دایک مورد نظر می‌باشد و گسیختگی ابتدا در پی رخ می‌دهد. شکل ۹ تأثیر این مسلح سازی را بطور واضح‌تر نشان می‌دهد، در انتهای ساخت یا خالی از آب[۳]، تأثیر فواصل مسلح سازی بر پایداری دایک ساحلی ناچیز میباشد. در مرحله نشت پایدار یا پر از آب[۴]، به دلیل اینکه با تأثیر نیروی آب، گوه لغزش بحرانی بازه وسیع‌تری را اشغال می‌کند، در مرحله‌ای که مسلح سازها به فواصل ۰/۵ متری از هم قرار می‌گیرند (تراکم شدید مسلح سازها)، میزان تأثیر مسلح سازها بیشتر بوده و این روند با افزایش فاصله بین مسلح سازها کاهش پیدا می کند تا اینکه در فواصل ۱ متری استفاده از مسلح ساز هیچگونه تاثیری در میزان ضریب اطمینان ندارد و ضرایب اطمینان حاصله با مقادیر اولیه (بدون مسلح ساز) یکسان می‌باشد.

در شکل فوق نتایج دایک مسلح شده و ضرایب اطمینان در دو حالت انتهای ساخت (حالت خالی از آب) و نشت پایدار (حالت پر از آب) نشان داده شده است. با مسلح کردن خاک، در انتهای ساخت افزایشی معادل با ۴/۳ درصد و در حالت نشت پایدار افزایشی معادل با ۸/۱ درصد در ضریب اطمینان بدست آمده است.

همانطور که در جدول۲ نیز مشخص است، بیشترین میزان تأثیر مسلح سازها در این مرحله مربوط به فاصله ۰/۵ متر و در نشت‌پایدار می‌باشد. افزایش ضریب اطمینان برای فاصله ۰/۵ متری تقریباً ۷ درصد، برای فاصله ۰/۷۵ متر تقریباً ۴ درصد و برای فاصله ۱ متری تقریباً صفر می‌باشد. عدم تأثیر استفاده از مسلح در فواصل بیت لایه‌ای یک متر نشان دهنده جدا شدن بافت خاک و مسلح ساز در فواصل بیشتر می‌باشد.

در مرحله بعد، از لایه‌ای از الیاف مصنوعی در بستر دایک استفاده شده است. در شکل ۹ خروجی برنامه مربوط به ضرایب اطمینان دایک مسلح و دایک غیرمسلح در دو حالت انتهای ساخت و نشت پایدار نشان داده شده است.

همانطور که در جدول۳ نیز مشخص است این نوع مسلح سازی (مسلح سازی بستر)، در هر دو حالت انتهای ساخت و نشت پایدار تأثیر

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲: تأثیر فواصل مسلح سازها بر میزان افزایش ضریب اطمینان (درصد ٪).

فواصل لایه‌های مسلح ساز (متر)	افزایش ضریب اطمینان	
	حالت انتهای ساخت	حالت نشت پایدار
۰/۵	۰/۴	۶/۸
۰/۷۵	۰/۱	۳/۹
۱	۰	۰

جدول ۳: مقایسه ضریب اطمینان بین دو حالت بستر مسلح و بستر غیر مسلح.

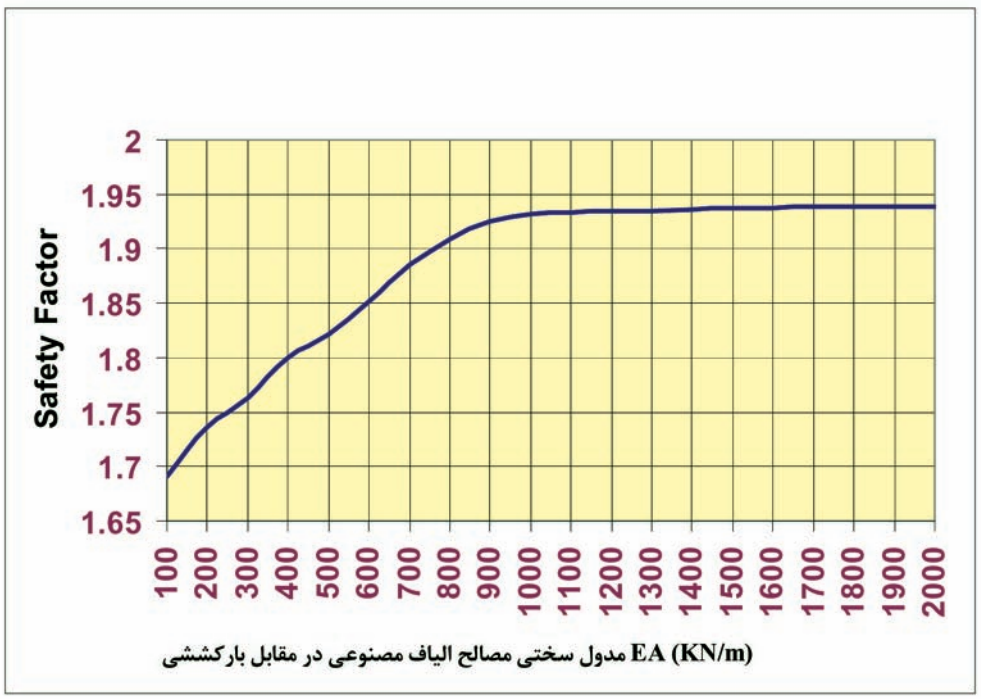
وضعیت بستر	در انتهای ساخت	در حالت نشت پایدار
بستر مسلح	۱/۷۰۶	۱/۶۲۳
بستر غیرمسلح	۱/۶۲	۱/۴۹

با مقایسه نتایج آنالیزهای انجام شده ملاحظه گردید که در روش اول با طول‌هائی معادل با ۴۷و ۳۵ متر و در کمترین حالت ۲۹ متر (فاصله مسلح ساز معادل ۱ متر)، افزایش قابل توجهی در میزان ضریب اطمینان در حالت انتهای ساخت دایک مشاهده نمی شود (شکل شماره ۹)، در حالی که در روش دوم تنها با طولی معادل با ۲۰ متر نتایج بهتری در افزایش ضریب اطمینان (جدول شماره۳) حاصل گردیده است.

پس از انجام آنالیزها و تعیین روش مناسب جهت تسلیح دایک‌های ساحلی، شیب بدنه مورد بررسی قرار گرفت و با کاهش شیب از ۲:۱ کمترین شیب مسلحی که کلیه موارد ضرایب اطمینان ارائه شده در استانداردها را داشته باشد بدست آمد(۳). در حالت استفاده از روش دوم (تسلیح بستر) شیب بدنه دایک از ۲:۱ به ۱: ۱/۴ کاهش پیدا کرد و در نتیجه این کاهش در شیب، عملیات خاکی پروژه نیز بطور چشمگیری کاهش یافته است که حجم‌های آن در جدول ۵ ارائه شده است (۱). در این بررسی‌ها مشخص شد که با استفاده از روش تسلیح بستر، در طول خط پروژه ۲۰۰,۰۰۰ متر مربع معادل با ۲۰ هکتار از اراضی ساحلی که پیش از این در زیر هسته دایک قرار می‌گرفت احیا شده و میزان ریالی آن با توجه به نزدیکی پروژه به مرکز بخش و ارزش زمین در آن قسمت‌ها (از قرار هر متر مربع معادل یکصد هزار ریال)، بیش از بیست میلیارد ریال می‌باشد.

زیادی بر روی ضریب اطمینان داشته است،

مطابق آنچه در جدول۳ نیز نشان داده شده است در روش دوم (استفاده از تسلیح در بستر خاکریز) علاوه بر افزایش در ضریب اطمینان، طول مسلح ساز استفاده شده نیز کمتر از روش اول (استفاده از تسلیح در شیب بدنه) میباشد. موارد اشاره شده بیانگر کارائی مناسب تسلیح بستر، در پایداری کلی دایک می‌باشد.



شکل ۴ : حساسیت سنجی مدول الیاف‌های مصنوعی به ضریب اطمینان

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴: طول کل مسلح ساز لازم برای روش اول و دوم (در واحد طول دایک)

روش	محل تسلیح	فاصله مسلح ساز (متر)	طول کل مسلح ساز (متر)
اول	شیب بدنه دایک	۰/۵۰	۴۷
		۰/۷۵	۳۵
		۱	۲۹
دوم	یک لایه در بستر	-----	۲۰

جدول ۵: بررسی تأثیر تسلیح بستر دایک در عملیات خاکی پروژه (۱)

در صد کاهش عرض اشغال شده از نوار ساحلی توسط دایک	در صد کاهش حجم عملیات خاکی	حجم عملیات خاکی در طول ۴۰ کیلومتر (متر مکعب)	عرض کف دایک (متر)	سطح مقطع (متر مربع)	
		۱/۷۶۰/۰۰۰	۲۰	۴۴	شیب غیر مسلح
		۱/۳۷۶/۰۰۰	۱۵/۲	۳۴/۴	شیب مسلح شده
۲۴	۲۱/۸	۳۸۴/۰۰۰	۴/۸	۹/۶	کاهش در شیب

نتیجه گیری

با توجه به تحقیقات انجام شده، در جمع بندی نهائی روش‌های مختلف تسلیح، که در آن استفاده از ژئوسنتتیک (مسلح سازها) در شیب جانبی دایک به عنوان روش اول و اجرای یک لایه مسلح ساز در بستر دایک به عنوان روش دوم مطرح شده است ملاحظه گردید که:

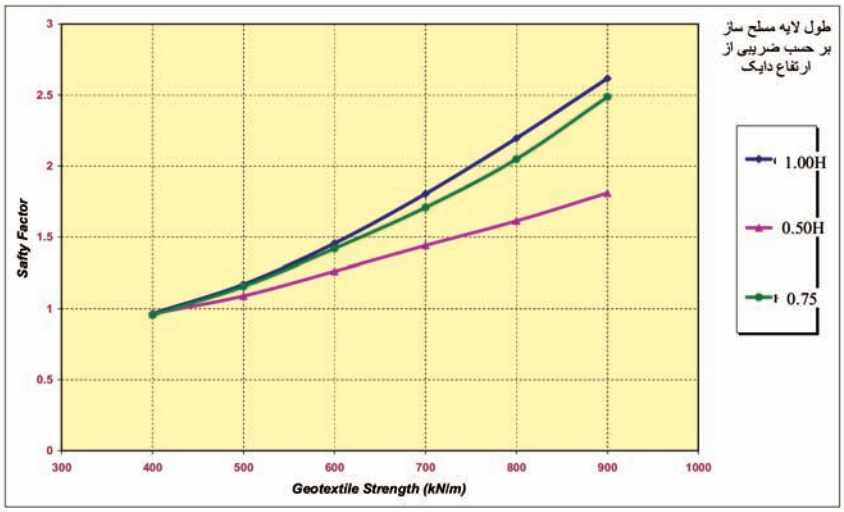
۱ - مسلح سازی دایک بروش دوم اقتصادی‌تر از روش اول خواهد بود و تأثیر مسلح سازی بستر دایک در افزایش ضریب اطمینان پایداری دایک بیشتر از مسلح سازی شیب بدنه می‌باشد.

۲ - با تحلیل‌های بعمل آمده در خصوص طول لازم مسلح ساز ژئوسنتتیک جهت افزایش پایداری شیروانی‌ها مشخص گردید که طول بهینه در حدود ۷۵٪ ارتفاع دایک می‌باشد و در صورتی که طول مسلح ساز بیشتر از ۷۵٪ ارتفاع دایک گردد تأثیر چندانی در افزایش ضریب اطمینان و مقاومت نهائی دایک نخواهد داشت. این میزان با

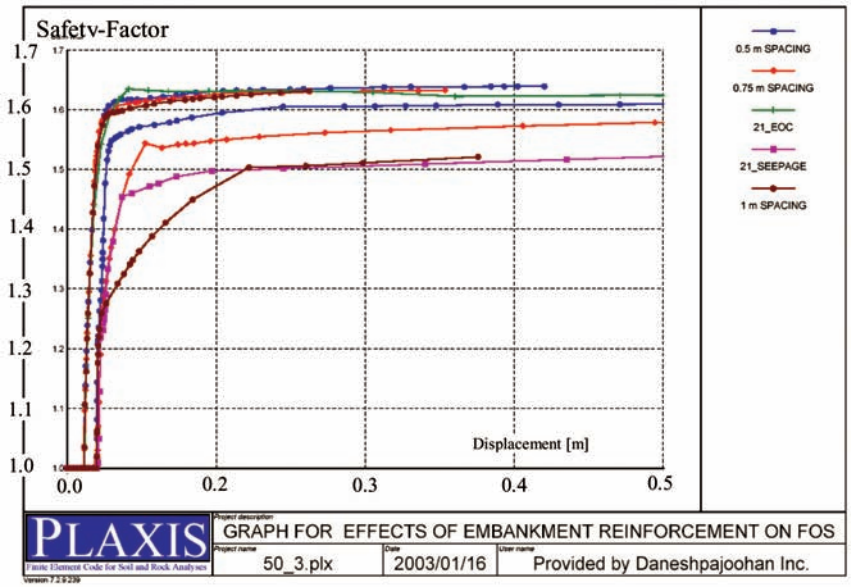
شکل ۵ : مسلح سازی خاکریز با قرار دادن لایه ای از الیاف مصنوعی در بستر آن

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۶ : تأثیر مقاومت و طول ژئوسنتتیک به ضریب اطمینان



شکل ۷ : تأثیرفواصل لایه‌های مسلح ساز به ضریب اطمینان در بدنه خاکریز

اعداد اعلام شده از طرف FHWA (۳)کاملاً مطابقت می‌کند و در خصوص فاصله بین مسلح سازها، مشخص گردید که مسلح سازی شیب‌های جانبی دایک تأثیر محسوسی در افزایش ضریب اطمینان نهائی ندارند.

۳ - با توجه به اینکه در طرح هندیجان خاک بستر دایک لایه ضعیفی می‌باشد، با مسلح نمودن سطح تماس بدنه دایک با پی نتیجه‌گیری گردید که با این روش ضریب اطمینان نسبت به روش‌های قبلی بطور محسوسی افزایش می یابد.

۴ - به عنوان یکی از پارامترهای مهم در طراحی دایک، توصیه می‌گردد که در دایک‌های ساحلی با بستر ضعیف، تسلیح سازی دایک در محل تماس پی با بدنه انجام گیرد. ضمناً در این روش میزان مصالح ژئوسنتتیک بکاررفته نسبت به روش تسلیح شیب جانبی درحدود ۴۵٪ کاهش داشته است.

پاورقی‌ها

1- End of Construction or EOC

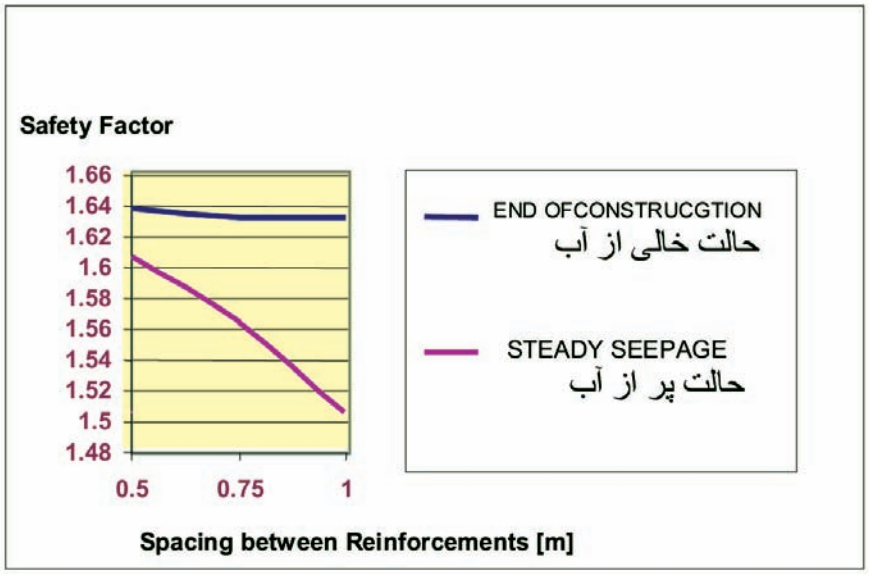
2- Steady State Flow Condition

3- End of Construction or EOC

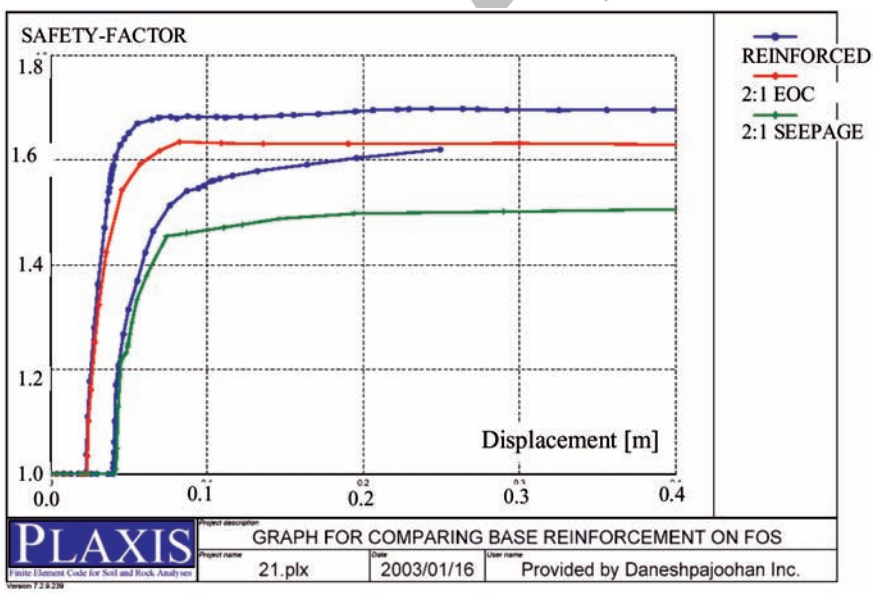
4- Steady State Flow Condition or Steady Seepage

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۸ : تأثیر مسلح سازی به ضریب اطمینان در بدنه خاکریز در حالت انتهای ساخت و نشت پایدار



شکل ۹ : تأثیر مسلح سازی در بستر دایک به ضریب اطمینان

منابع مورد استفاده

۱ - مرکز تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، ۱۳۸۵؛ بهینه سازی دایکهای حفاظتی در سـدهای جزر و مدی، مطالعه موردی دلتـای رودخانه هندیجان، گزارش نهائی طرح، کد ۸۳۰۰۵-۰۰۰۰-۰۴-۰۴۰۰۰۰-۰۰۳-۰۰۲ .

2- Brinkgreve, R. B. J., P. A.Vermeer, 1998; Manual of plaxis, finite element code for soil and rock analyses, A. A. Balkema, Rotterdam, Netherlands.

3- FHWA ,2004; Effects of geo-synthetic reinforcement spacing on the behavior of mechanically stabilized earth, United States Department of Transportation - Federal Highway Administration

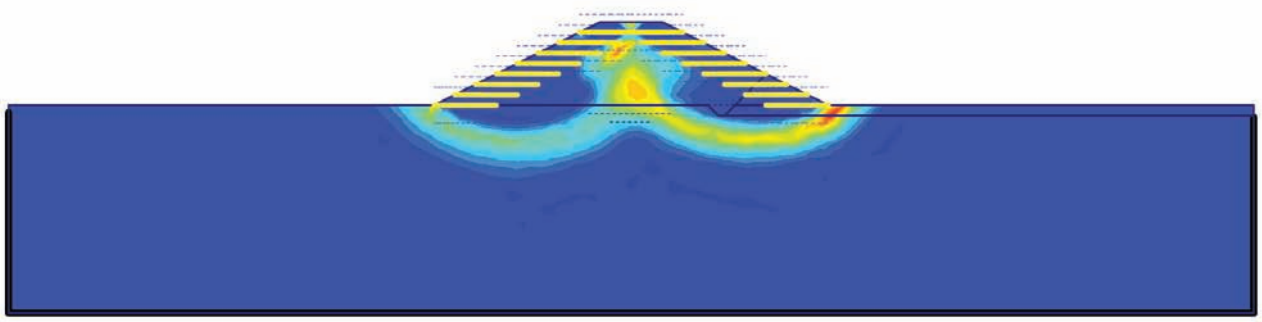
4- Floss. R and G. Bräu, 1998; Design fundamentals for geo-synthetic Soil technique,
Technische Universität München, Zentrum Geotechnik, Germany.

5- Phillips, M. Bruce, 2001; Design of streambank stabilization with geo-grid reinforced earth systems, Member, ASCE, April.

www.SID.ir

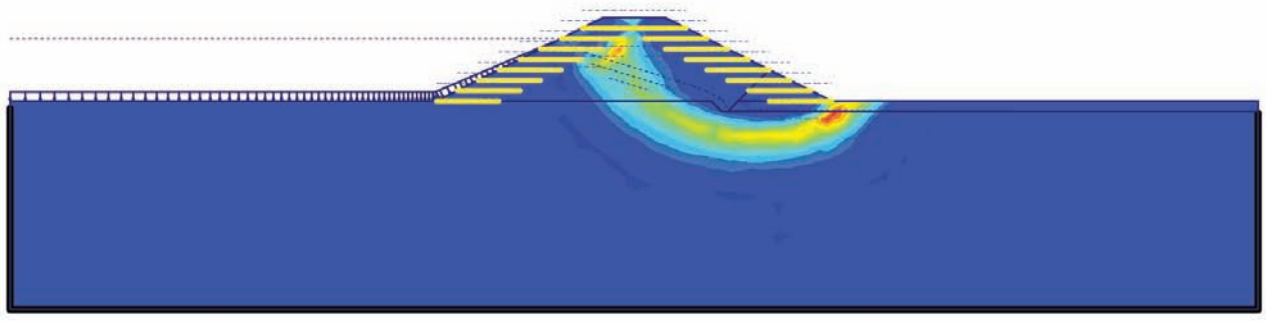
Archive of SID

- ضمائم: خروجی های مدل PLAXIS



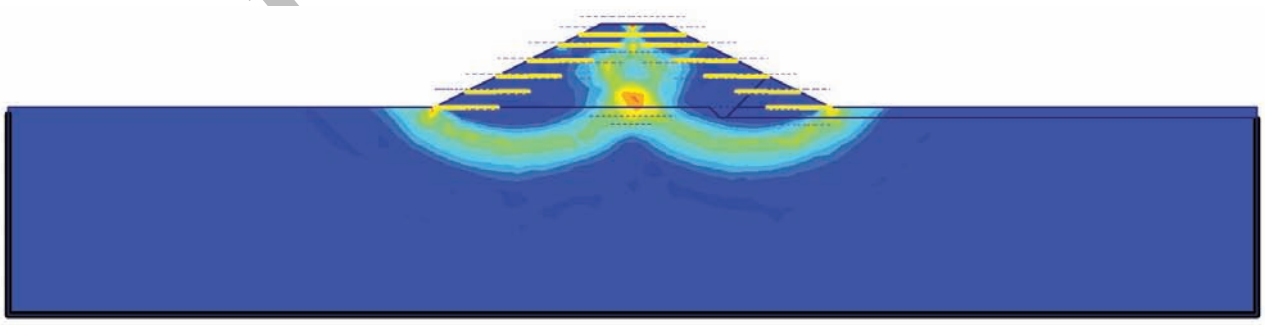
شکل (۱-a) - گوه لغزش دایک مسلح شده در انتهای ساخت

طول مسلح سازها (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۳	۰/۵	۱/۶۳۹



شکل (۲-a) - گوه لغزش دایک مسلح شده در نشت پایدار

طول مسلح سازها (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۳	۰/۵	۱/۶۳۳

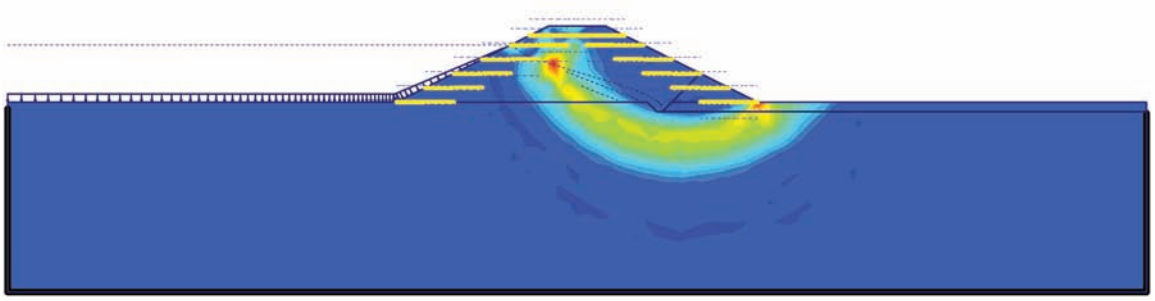


شکل (۳-a) - گوه لغزش دایک مسلح شده در انتهای ساخت

طول مسلح سازها (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۳	۰/۷۵	۱/۶۳۲

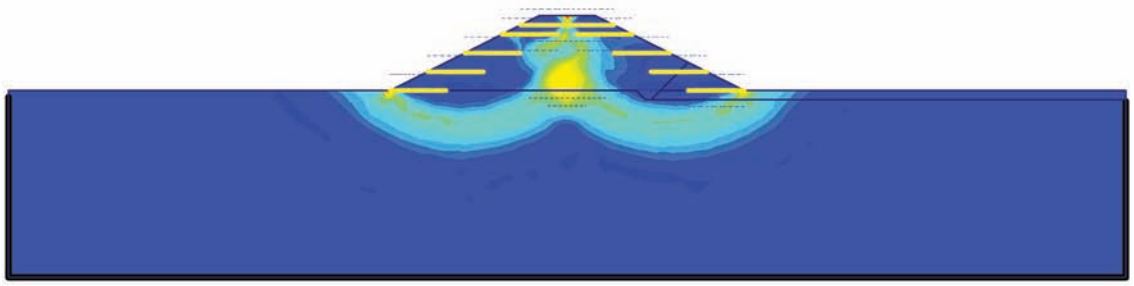
www.SID.ir

Archive of SID



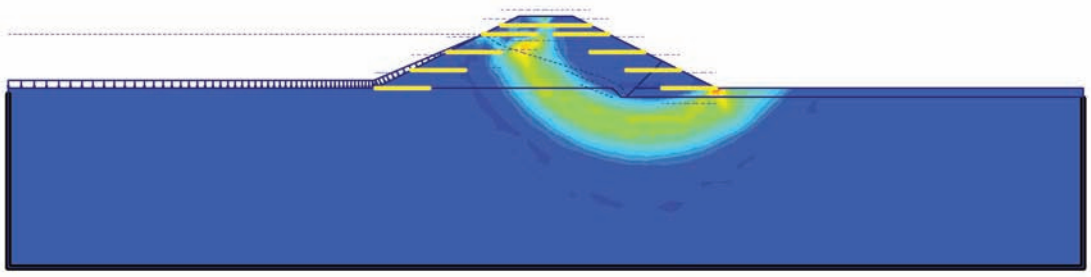
شکل (a-۴) - گوه لغزش دایک مسلح شده در نشت پایدار

طول مسلح سازها (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۳	۰/۷۵	۱/۵۶۵



شکل (a-۵) - گوه لغزش دایک مسلح شده در انتهای ساخت

طول مسلح سازها (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۳	۱	۱/۶۳۹

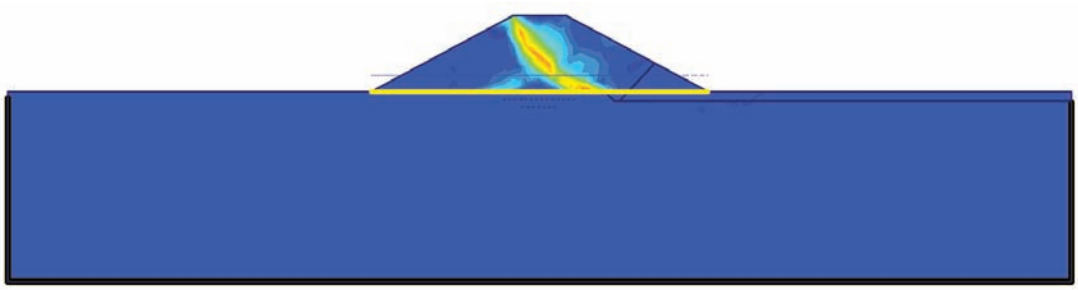


شکل (a-۶) - گوه لغزش دایک مسلح شده در نشت پایدار

طول مسلح سازها (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۳	۱	۱/۵۰۶

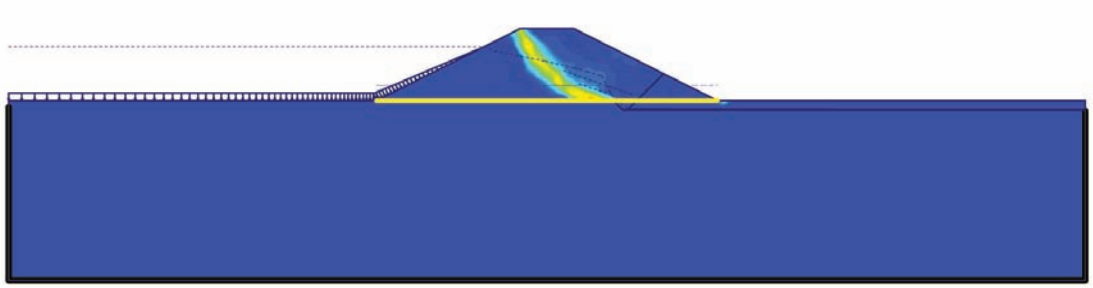
www.SID.ir

Archive of SID



شکل (۷-a) - گوه لغزش دایک مسلح شده در انتهای ساخت

طول مسلح ساز (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۲۰	۰	۱/۷۰۶



شکل (۸-a) - گوه لغزش دایک مسلح شده در نشت پایدار

طول مسلح ساز (متر)	فاصله بین مسلح سازها (متر)	ضریب اطمینان
۲۰	۰	۱/۶۲۳

Archive of SID

www.SID.ir